



TUGAS AKHIR – SF 141501

Pengaruh Penambahan $\text{Al}(\text{OH})_3$ pada Sifat Konduktivitas Listrik dan Magnetik Grafena Oksida Tereduksi dari Tempurung Kelapa

A.ANAS HAIKAL
NRP 1113 100 045

Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Darminto, M.Sc

JURUSAN FISIKA
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



TUGAS AKHIR – SF 141501

**Pengaruh Penambahan $\text{Al}(\text{OH})_3$ pada Sifat
Konduktivitas Listrik dan Magnetik Grafena Oksida
Tereduksi dari Tempurung Kelapa**

**A.ANAS HAIKAL
NRP 1113 100 045**

**Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Darminto, M.Sc**

**DEPARTEMEN FISIKA
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**



FINAL PROJECT - SF 141501

**Effect Of $\text{Al}(\text{OH})_3$ Addition On Electrical And
Magnetic Properties Of Reduced Graphene Oxide
From Coconut Shell**

**A.ANAS HAIKAL
NRP 1113 100 045**

**Advisor
Prof. Dr. Darminto, M.Sc**

**Department of Physics
Faculty of Mathematics and Natural Sciences
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**

**PENGARUH PENAMBAHAN $\text{Al}(\text{OH})_3$ PADA SIFAT
KONDUKTIVITAS LISTRIK DAN MAGNETIK
GRAFENA OKSIDA TEREDUKSI DARI
TEMPURUNG KELAPA**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
pada
Bidang Fisika Material
Program Studi S-1 Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Oleh:

**A.ANAS HAIKAL
NRP 1113100045**

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

**Prof. Dr. Darminto, M.Sc
NIP. 19600303 198701.1.002**



Surabaya, Juli 2017

**PENGARUH PENAMBAHAN $\text{Al}(\text{OH})_3$ PADA SIFAT
KONDUKTIVITAS LISTRIK DAN MAGNETIK
GRAFENA OKSIDA TEREDUKSI DARI TEMPURUNG
KELAPA**

Nama : A.Anas Haikal
NRP : 1113100045
Jurusan : Fisika, FMIPA-ITS
Pembimbing : Prof. Dr. Darminto, M.Sc

Abstrak

Penambahan $\text{Al}(\text{OH})_3$ pada material Grafena Oksida Tereduksi (rGO) bertujuan mengetahui pengaruhnya terhadap sifat listrik dan sifat magnet yang dimiliki oleh Grafena Oksida Tereduksi dari tempurung kelapa. Penambahan dengan cara mencampurkan $\text{Al}(\text{OH})_3$ serbuk ke dalam rGO yang sebelumnya telah dicampur dengan HCL kemudian diaduk selama 20 jam. Setelah diaduk campuran RGO, HCL dan $\text{Al}(\text{OH})_3$ dikeringkan untuk didapatkan serbuknya. Serbuk campuran dikarakterisasi dengan XRD, SEM-EDX, FTIR, VSM dan diukur konduktivitas listriknya dengan metode Four Point Probe. Dari hasil penelitian diketahui terbentuknya fasa Al_2O_3 yang mana memiliki sifat isolator dan sifat non-magnetik. Dari pengukuran menunjukkan bahwa fasa Al_2O_3 menyebabkan perubahan sifat magnet RGO yaitu dari superparamagnetik menjadi dominan Diamagnetik dengan masih adanya sifat superparamagnetik. Sementara nilai konduktivitas listrik RGO menurun dengan ditambahkan $\text{Al}(\text{OH})_3$.

Kata kunci : Aluminium, Konduktivitas Listrik, RGO, Sifat Magnet

EFFECT OF $\text{Al}(\text{OH})_3$ ADDITION ON ELECTRICAL AND MAGNETIC PROPERTIES OF REDUCED GRAPHENE OXIDE FROM COCONUT SHELL

Name : A.Anas Haikal
NRP : 1113100045
Department : Physics, FMIPA-ITS
Advisor : Prof. Dr. Darminto, M.Sc

Abstract

The addition of $\text{Al}(\text{OH})_3$ in reduced graphene oxide (rGO) material aims to determine its effect on the electrical and magnetic properties of the samples prepared from coconut shell. The adding process was achieved by mixing $\text{Al}(\text{OH})_3$ powder with rGO previously mixed with HCl and then stirring for 20 hours. Afterwards, the mixture of RGO, HCl and $\text{Al}(\text{OH})_3$ were dried to obtain the powder, which was characterized by XRD, SEM-EDX, FTIR, VSM and 4-point probe method. The result shows that in the prepared samples, Al was obtained in the form Al_2O_3 , which is known as diamagnetic and insulating compound. It was confirmed by the measurements, showing that there are significantly diamagnetic contribution in the superparamagnetic nature of rGO, with decreasing electrical conductivity.

Keyword : Aluminium, Electrical Conductivity, ,Magnet Properties, RGO

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan berkah, rahmat serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir. Sholawat serta salam tetap tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW yang telah menuntun kami dari kebodohan menuju cahaya kebenaran. Tugas Akhir (TA) ini penulis susun sebagai syarat wajib untuk memperoleh gelar sarjana di jurusan Fisika FMIPA ITS dengan judul :

“Pengaruh Penambahan Al(OH)_3 Pada Sifat Konduktivitas Listrik Dan Magnetik Grafena Oksida Tereduksi dari Tempurung Kelapa”

Penulis mempersembahkan Karya Tulis ini kepada masyarakat Indonesia guna berpartisipasi dalam perkembangan ilmu pengetahuan di bidang sains dan teknologi. Penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua tercinta, Alm. Imam Bukori dan Ibu Siti Aisyah yang telah memberikan semua hal terbaik bagi penulis, terutama doa restunya.
2. Bapak Prof. Dr. Darminto, M.Sc sebagai dosen wali sekaligus dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah membagi pengalaman, memberikan bimbingan, wawasan, dan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Yono Hadi P., M. Eng. dan Bapak Eko Minarto selaku Ketua Jurusan dan Wakil Jurusan Fisika FMIPA ITS yang telah memberikan kemudahan sarana kepada penulis selama kuliah sampai terselesaikannya Tugas Akhir ini.

4. Kawan-kawan satu tim riset Grafena yang selalu membagikan ilmunya kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir
5. Mas Wahyu dan Mas Mufid yang telah memberikan ilmunya sehingga penulis lebih mudah dalam menyelesaikan tugas akhir.
6. Kepada keluarga Fisika ITS 2013 yang telah menemani perjalanan penulis selama menjalani studi di Fisika FMIPA ITS.
7. Kepada rekan - rekan Laboratorium Fisika Dasar yang senantiasa memberikan semangat dan pengalaman selama menempuh studi di Fisika ITS.
8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari dalam penyusunan laporan ini masih terdapat kesalahan. Mohon kritik dan saran pembaca guna menyempurnakan laporan ini. Akhir kata semoga laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi semua pihak. Amiin Ya Rabbal Alamiin.

Surabaya, Juli 2017

Penulis
anashaikal9@gmail.com

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
COVER PAGE	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan Laporan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Grafena Oksida Tereduksi	5
2.2 RGO dari Tempurung Kelapa	7
2.3 Sifat Magnet RGO dari Tempurung Kelapa.....	10
2.4 Konduktivitas RGO dari Tempurung Kelapa.....	18

BAB III METODOLOGI	23
3.1 Peralatan dan Bahan	23
3.1.1 Bahan.....	23
3.1.2 Peralatan	23
3.2 Langkah Kerja.....	23
3.2.1 Preparasi dan Pemurnian Serbuk RGO	23
3.2.2 Proses Ultrasonik	24
3.2.3 Penambahan Aluminium Hidroksida	24
3.2.4 Proses Pengeringan dan Pemanasan	24
3.3 Karakterisasi Sampel.....	24
3.3.1 XRD (<i>X-Ray Diffraction</i>)	24
3.3.2 CHONS.....	25
3.3.3 PSA (<i>Particle Size Analizer</i>).....	25
3.3.4 SEM-EDX	25
3.3.5 FTIR(<i>Forrier Transform Infra Red</i>).....	25
3.3.6 VSM (<i>Vibrating Sample Magnetometer</i>).....	25
3.3.7 Pengukuran Konduktivitas Listrik	25
3.4 Diagram Alir Penelitian.....	26
3.4.1 Sintesis RGO <i>Single-Layer</i>	26
3.4.2 Penambahan Al(OH) ₃	27
BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1 Hasil Analisa Fasa RGO.....	29
4.2 Hasil Analisa Komposisi RGO	30
4.3 Hasil Analisa Ukuran Layer RGO	31
4.4 Analisa Struktur RGO-Al(OH) ₃	32
4.5 Analisa Komposisi RGO-Al(OH) ₃	34
4.6 Analisa Karakterisai FTIR	35
4.7 Analisa Fasa RGO-Al(OH) ₃	36
4.8 Analisa Sifat Magnet.....	38
4.9 Analisa Konduktivitas Listrik.....	43
BAB V KESIMPULAN.....	47
5.1 Kesimpulan.....	47
5.2 Saran.....	47

DAFTAR PUSTAKA.....	49
LAMPIRAN.....	53
BIOGRAFI PENULIS.....	63

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Unsur dalam Tempurung Kelapa	7
Tabel 4.1 Hasil CHONS Arang Tempurung Kelapa	28
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran EDX RGO-Al(OH) ₃	32
Tabel 4.3 Data Spektra yang muncul pada Material RGO-Al(OH) ₃	34
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Magnetisasi RGO-Al(OH) ₃ pada Medan Magnet 1 Tesla	40
Tabel 4.5 Hasil Pengukuran Konduktivitas Listrik RGO-Al(OH) ₃	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Stuktur Grafit dan GO	5
Gambar 2.2 Struktur GO dan rGO	6
Gambar 2.3 Hasil Karakterisasi XRD GO dan rGO	6
Gambar 2.4 Hasil Uji TEM struktur rGO dari tempurung kelapa	7
Gambar 2.5 Hasil Uji XRD Tempurung Kelapa.....	8
Gambar 2.6 Hasil Karakterisasi PSA ukuran layer rGO	9
Gambar 2.7 Hasil Pengukuran Magnetisasi rGO dengan Variasi Suhu	10
Gambar 2.8 Hasil Pengukuran Magnetisasi rGO dengan Variasi	10
Gambar 2.9 Nilai ID/IG pada semua variasi temperature pemanasan	11
Gambar 2.10 Kurva histeresis rGO pada semua variasi temperatur.....	12
Gambar 2.11 Grafik hubungan Temperatur terhadap nilai ID/IG dan nilai magnetisasi (Ms).....	13
Gambar 2.12a Ilustrasi Sintesis PtNiGO	14
Gambar 2.12b kurva DTA-TGA dari GO, RGO dan PtNiGO	14

Gambar 2.12c Hasil Uji FTIR GO dan rGO.....	14
Gambar 2.12d Hasil Karakterisasi XRD GO, RGO dan PtNiRGO... ..	14
Gambar 2.13a Hasil uji SEM GO	15
Gambar 2.13b Hasil uji SEM rGO.....	15
Gambar 2.13c Hasil uji SEM PtNiRGO perbesaran 5 mikro	15
Gambar 2.13d Hasil uji SEM PtNiRGO perbesaran 1 mikro	15
Gambar 2.14 Grafik Hubungan Nilai Konduktivitas Listrik dengan pH	17
Gambar 2.15 Grafik Hubungan Nilai konduktivitas listrik dan reduktor yang diberikan	18
Gambar 2.16 Grafik hubungan konduktivitas dengan <i>RGO loading</i>	18
Gambar 2.17 Grafik hubungan waktu reduksi dengan konduktivitas listrik	19
Gambar 2.18a Grafik Konduktivitas Listrik terhadap Frekuensi untuk Jumlah <i>Doping</i> tanpa <i>doping</i>	20
Gambar 2.18b Grafik Konduktivitas Listrik terhadap Frekuensi untuk 1% Jumlah <i>Doping</i>	20
Gambar 2.18c Grafik Konduktivitas Listrik terhadap Frekuensi untuk Jumlah <i>Doping</i> 2%	20

Gambar 2.18d Grafik Konduktivitas Listrik terhadap Frekuensi untuk Masing-Masing Jumlah <i>Doping</i> 3%.....	20
Gambar 2.18e Grafik Konduktivitas Listrik terhadap Frekuensi untuk Masing-Masing Jumlah <i>Doping</i> 4%	20
Gambar 4.1 Hasil Karakterisasi XRD Arang Tempurung Kelapa.....	27
Gambar 4.2 Hasil Karakterisasi PSA RGO.....	29
Gambar 4.3 Hasil Karateriasai SEM RGO-Al(OH) ₃	30
Gambar 4.4 Hasil Karakterisasi EDX sampel.....	31
Gambar 4.5 Hasil Karakterisasi FTIR RGO-Al(OH) ₃	33
Gambar 4.6 Hasil Karaterisasi XRD sampel RGO-Al(OH) ₃ ...	35
Gambar 4.7 Kurva hysteresis sampel RGO-AL(OH) ₃ perbandingan 2:1	36
Gambar 4.8 Kurva hysteresis sampel RGO-AL(OH) ₃ perbandingan 4:1	37
Gambar 4.9 Kurva hysteresis sampel RGO-AL(OH) ₃ pada suhu kamar	37
Gambar 4.10 Kurva hysteresis sampel RGO-AL(OH) ₃ pada suhu 400°C.....	38

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN-A.....	49
LAMPIRAN-B.....	50
LAMPIRAN-C.....	52
LAMPIRAN-D.....	53
LAMPIRAN-E.....	56

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengembangan penelitian material cerdas seperti material nano, spintronik, pizoelektrik menjadi topik yang menarik. Material spintronik merupakan material yang memanfaatkan spin elektron untuk merekayasa fungsi tertentu. *Reduce Graphene Oxide(rGO)* adalah salah satu material yang menjadi kandidat material spintronik. rGO memiliki mobilitas sifat pembawa muatan yang tinggi dan juga *left time* yang baik. Selain itu rGO juga memiliki sifat mekanik, termal yang baik sehingga menjadi topik peneltian yang menarik dalam dunia material (Qin et al., 2014). Penelitian terkait rGO sudah banyak dilakukan, diantaranya Pemanasan tempurung kelapa pada suhu 400°C terbentuk fasa rGO. rGO dari tempurung kelapa memiliki ikatan utama C-C, C=C dan ikatan impuritas C-H, C-O, C=O, O-H (Nugraheni,2014).

Berdasarkan peneltian Maulana (2016), rGO dari tempurung kelapa merupakan bahan superparamagnetik. Dengan memberi perlakuan panas pada rGO dapat meningkatkan sifat kemagnetan. Karena ikatan impuritas akan terlepas seiring dengan bertambahnya suhu pemanasan. Momen magnetik disebabkan oleh elektron tidak berpasangan akibat terlepasnya ikatan impuritas (Maulana, 2016). Nilai cacat yang terukur dengan Raman Spektroskopi berbanding lurus nilai momen magnetisasi yang terukur dengan VSM. Semakin besar nilai cacat rGO, semakin besar nilai pula magnetisasi yang dihasilkan (Kurniasari,2016). Beberapa metode dilakukan untuk mengubah sifat kemagnetan rGO. Penelitian Felix (2016) menyatakan bahwa dengan menambahkan unsur lain dapat mengubah sifat magnet rGO. rGO berbahan dasar grafit yang bersifat diamagnetik pada suhu kamar berubah menjadi feromagnetik dengan ditambahkan unsur PtNi melalui metode infiltrasi menggunakan *stirer magnetic*.

Arang karbon hasil pembakaran kelapa tua termasuk dalam kategori material semikonduktor. Dengan energi gap yang berkisar

antara 0,07-0,67 eV (Nasrullah 2014). Beberapa penelitian dilakukan untuk meningkatkan nilai konduktivitas listrik RGO. Pada penelitian Wha Huan (2011) menyebutkan bahwa penambahan NaOH pada RGO dengan variasi pH memengaruhi besar nilai konduktivitas listrik. Semakin tinggi pH NaOH yang diberikan akan semakin besar pula nilai konduktivitas listrik yang didapat. Nilai konduktivitas RGO yang didapat adalah 2,81 S/cm, 3,86 S/cm, 11,13 S/cm dan 14,49 S/cm berdasarkan perlakuan pH 8,10,12 dan 14. Penelitian Ramadhan (2017) menjelaskan dengan menambahkan Al_2O_3 pada ZnO menambah nilai Konduktivitas ZnO dengan komposisi 2% Al. Dari uraian diatas, hal yang diharapkan dari penelitian ini adalah perubahan nilai konduktivitas listrik dan sifat kemagnetan rGO dengan ditambahkan $\text{Al}(\text{OH})_3$.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, permasalahan yang akan dibahas adalah bagaimana pengaruh penambahan $\text{Al}(\text{OH})_3$ terhadap konduktivitas listrik dan sifat magnet material Grafena Oksida Tereduksi, bagaimana pengaruh komposisi RGO dan $\text{Al}(\text{OH})_3$ terhadap konduktivitas listrik dan sifat kemagnetanya dan bagaimana pengaruh perlakuan suhu terhadap sifat listrik dan sifat magnet pada campuran RGO dengan $\text{Al}(\text{OH})_3$

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah

1. Material Grafena Oksida Tereduksi (*Reduce Graphene Oxide, rGO*) yang digunakan adalah dari tempurung kelapa
2. $\text{Al}(\text{OH})_3$ yang digunakan berupa serbuk yang dilarutkan dengan HCL
3. Variasi perlakuan panas sampel yaitu 400°C dan tidak diberi perlakuan panas
4. Variasi komposisi perbandingan mol rGO : HCL : $\text{Al}(\text{OH})_3$ adalah 2 : 2 : 1 dan 4 : 4 : 1

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh penambahan $\text{Al}(\text{OH})_3$ terhadap konduktivitas listrik dan sifat magnet material Grafena Oksida Tereduksi, kemudian mengetahui pengaruh komposisi RGO dan $\text{Al}(\text{OH})_3$ terhadap konduktivitas listrik dan sifat kemagnetanya serta mengetahui pengaruh perlakuan suhu terhadap konduktivitas listrik dan sifat magnet pada campuran RGO dengan $\text{Al}(\text{OH})_3$

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dapat bermanfaat untuk peneliti, pembaca, laboratorium, industri dalam memberi wawasan bahwa bahan-bahan alam seperti tempurung kelapa berpotensi sebagai bahan dasar untuk membuat material cerdas yang memiliki *properties* yang baik untuk berbagai aplikasi.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini, tersusun dalam lima bab yaitu : Bab 1: Pendahuluan berisi latar belakang masalah, maksud dan tujuan, perumusan masalah dan manfaat tugas akhir. Bab 2: Tinjauan Pustaka berisi mengenai kajian pustaka yang digunakan pada tugas akhir. Bab 3: Metodologi Penelitian berisi tentang metode dan tahap pengambilan data. Bab 4: Analisa Data dan Pembahasan berupa hasil data yang diperoleh, serta analisa yang dilakukan. Bab 5: Kesimpulan berisi kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan.

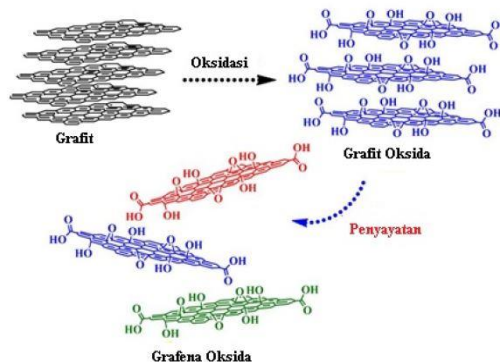
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Grafena Oksida Tereeduksi

Grafena Oksida Tereeduksi (*Reduce Graphene Oxide*, rGO) merupakan senyawa turunan dari Grafena. rGO merupakan Grafena Oksida (GO) yang mengalami pengurangan gugus fungsi oksigen dan hidrogenya. rGO memiliki sifat seperti Grafena. Grafena memiliki susunan atom karbon yang membentuk lembaran setipis satu atom dengan susunan kisi kristal Heksagonal (Geim,2004). Lapisan dari rGO biasanya mengandung lebih sedikit ikatan oksigen akibat reduksi yang dapat dilakukan dengan penyayatan menggunakan ultrasonik (Fu, 2013).

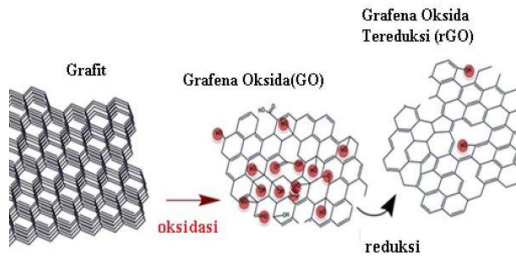


Gambar 2.1 Stuktur Grafrit dan GO

(Sumber:<http://www.mdpi.com/1420-3049/19/9/14582/html>,
20/03/2016, 13:20)

Gambar 2.1 Menunjukkan ilustrasi stuktur GO yang merupakan senyawa turunan dari grafit. Sementara pada Gambar 2.2 menunjukkan bahwa rGO merupakan senyawa GO yang tereduksi sebagian besar gugus OH,O maupun gugus impuritas lainnya. rGO dapat disintesis dengan berbagai metode dan hasil sesuai kebutuhan. rGO dapat disintesis dengan mereduksi GO

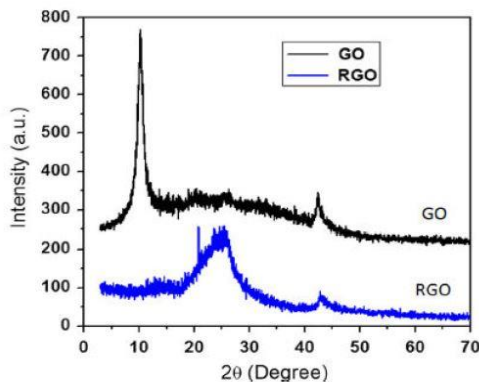
menggunakan Sodium Borohidrat (NaBH_4) dengan metode Hummer. (Sarkar,2014).



Gambar 2.2 Struktur GO dan rGO

Sumber : <http://www.utu.fi/en/units/chemistry/research>,
20/03/2016, 19:21)

Pada penelitian yang dilakukan Sarkar (2014) karakterisasi rGO dan GO dari grafit menggunakan XRD (*X-Ray Diffraction*) ditunjukkan oleh Gambar 2.3. Karakterisasi GO dan rGO dengan *X-ray Diffractometer* didapatkan puncak utama GO pada $2\theta = 10,28^\circ$. Sedangkan pola XRD yang terbentuk pada rGO menunjukkan bahwa puncak utama GO menghilang sepenuhnya. Puncak utama rGO terletak di $2\theta = 25,60^\circ$.



Gambar 2.3 Hasil Karakterisasi XRD GO dan rGO (Sarkar, 2014)

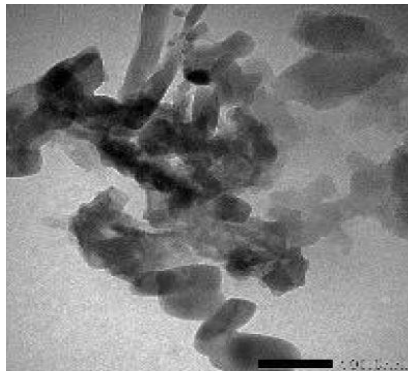
2.2 RGO dari Tempurung Kelapa

Penelitian mengenai tempurung kelapa dilakukan oleh Nugraheni (2014). Penelitian dilakukan untuk mengetahui komposisi tempurung kelapa dengan menggunakan EDX (*Energy Dispersive X-Ray*). Dari hasil EDX menunjukkan komposisi tempurung kelapa yang ditunjukkan oleh Table 2.1

Tabel 2.1 Komposisi Unsur dalam Tempurung Kelapa Tua

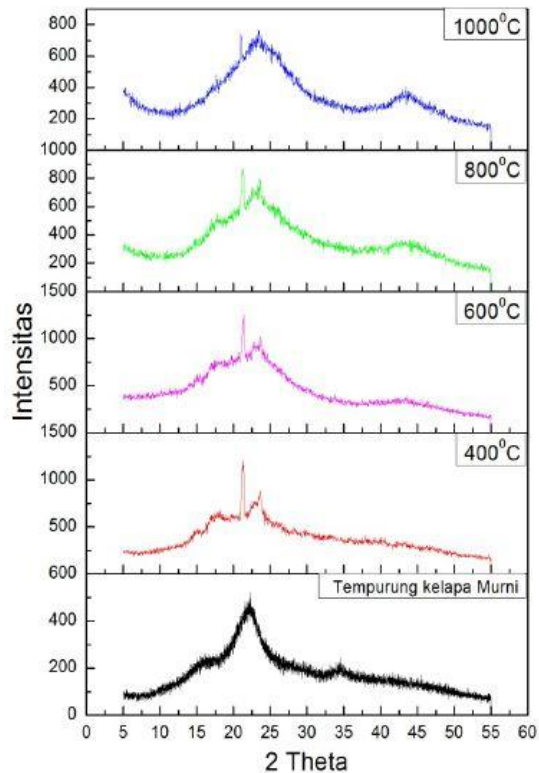
Nama Unsur	Prosentase Massa (%)	Prosentase Atom (%)
Karbon (C)	51,09	58,38
Oksigen (O)	48,22	41,37
Sulfur (S)	0,13	0,06
Khlor (Cl)	0,11	0,04
Kalium (K)	0,46	0,16

Dengan komposisi dominan karbon dan oksigen, tempurung kelapa dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan rGO. Penelitian mengenai struktur rGO dari tempurung kelapa dilakukan oleh Nugraha (2105), rGO dari tempurung kelapa dilakukan uji TEM untuk melihat struktur morfologi rGO.



Gambar 2.4 Hasil Uji TEM struktur rGO dari tempurung kelapa (Nugraha,2015)

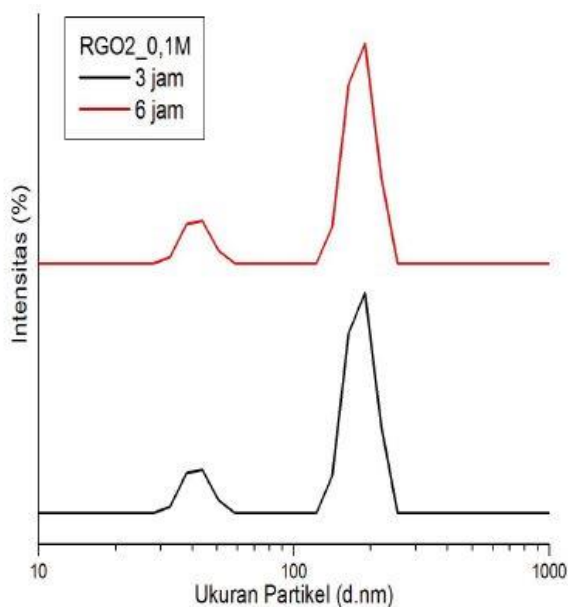
Berdasarkan hasil uji TEM rGO dari tempurung kelapa merupakan amorf, bukan material berstruktur kristalin (Gambar 2.4). Pada penelitian lain dilakukan uji XRD (X-Ray Diffraction) untuk mengetahui fasa yang terbentuk dalam tempurung kelapa. Hasil XRD Pemanasan suhu 400°C terbentuk fasa rGO, gambar 2.5. rGO dari tempurung kelapa memiliki ikatan utama C-C, C=C dan ikatan impuritas C-H, C-O, C=O, O-H (Nugraheni,2014).



Gambar 2.5 Hasil Uji XRD Tempurung Kelapa (Nugraheni,2014)

Pada awalnya rGO dari tempurung kelapa memiliki tebal layer orde mikro. rGO yang memiliki karakteristik seperti grafena

adalah rGO yang memiliki tebal layer berukuran nano. Penelitian Nugraheni (2016) diperoleh tebal layer rGO dengan metode perendaman asam dan proses eksfoliasinya menggunakan ultrasonik. rGO direndam menggunakan larutan HCL encer kemudian diultrasonik untuk proses penyayatan(eksfoliasi). Dari hasil penyayatan tersebut diperoleh ukuran partikel dengan karakterisai PSA.

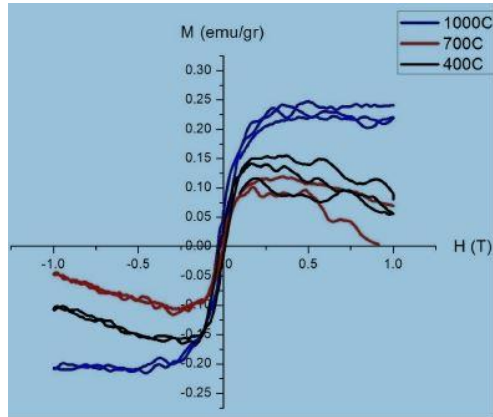


Gambar 2.6 Hasil Karakterisasi PSA ukuran layer rGO
(Nugraheni, 2016)

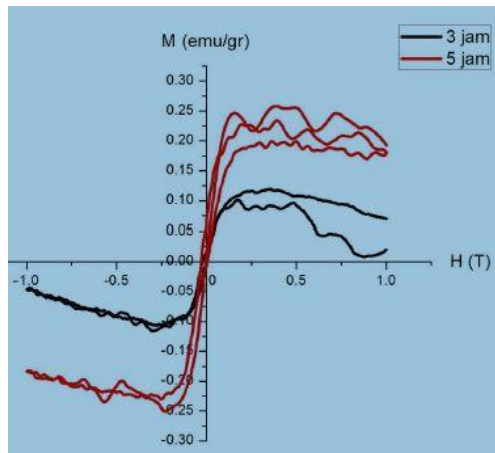
Hasil analisis PSA pada Gambar 2.6 menunjukkan hasil karakterisasi PSA. Hasil menunjukkan bahwa penggunaan proses pencampuran senyawa HCL dalam larutan rGO dari arang tempurung kelapa dapat mereduksi ukuran partikel sehingga muncul beberapa puncak di daerah kurang dari 10, 100 nm dan lebih dari 1 μ (Nugraheni,2014).

2.3 Sifat Magnetik RGO dari Tempurung Kelapa

Penelitian mengenai sifat magnet RGO dilakukan oleh Maulana (2016). Gambar 2.7 menjelaskan bahwa perlakuan suhu memengaruhi sifat magnetik bahan.

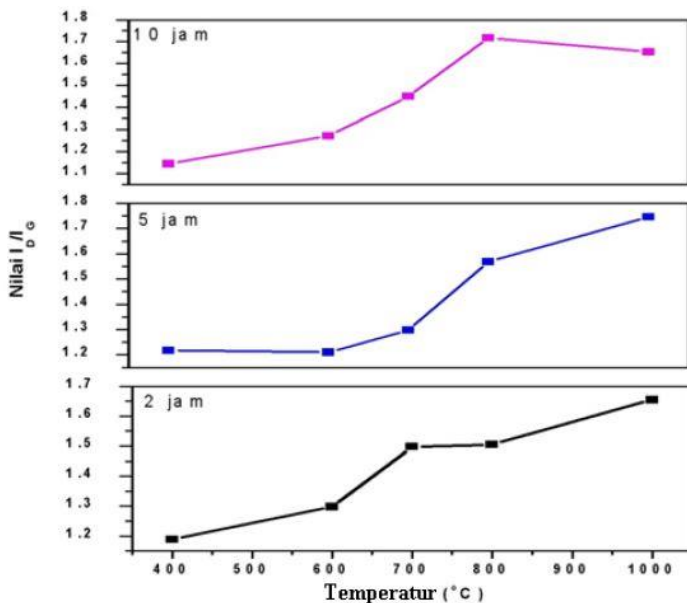


Gambar 2.7 Hasil Pengukuran Magnetisasi rGO dengan Variasi Suhu (Maulana,2016)



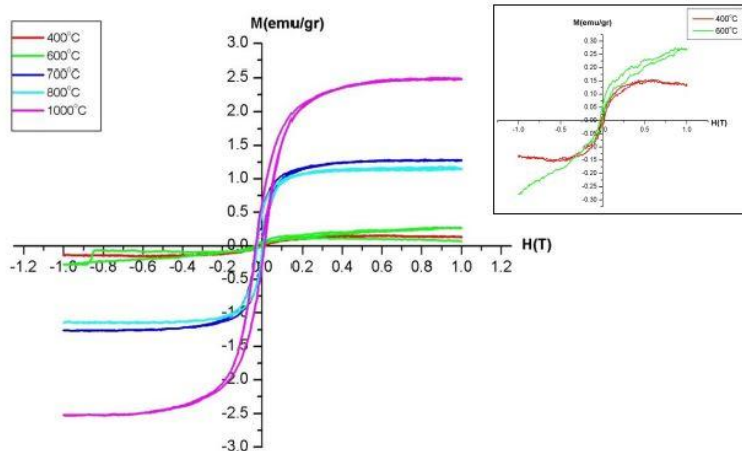
Gambar 2.8 Hasil Pengukuran Magnetisasi rGO dengan Variasi Waktu Pemanasan (Maulana,2016)

Nilai momen magnetik dari suhu rendah ke tinggi berturut-turut adalah $\sim 0,15$ emu/gr, $\sim 0,125$ emu/gr dan $\sim 0,25$ emu/gr. Nilai magnetisasi meningkat sebanding dengan meningkatnya suhu pemanasan. Hal ini dikarenakan ikatan impuritas pada rGO mulai lepas dengan naiknya suhu pemanasan. Semakin lama waktu pemanasan juga akan memperbesar nilai magnetisasi rGO (Gambar 2.8). Penelitian sifat magnetik pada rGO dari tempurung kelapa juga dilakukan oleh Kurniasari (2016). Penelitian ini mencari hubungan cacat rGO dengan sifat magnetik yang dihasilkan. Sampel yang diberi perlakuan panas berbeda dikarakterisasi dengan Raman Spektroskopi untuk mengukur tingkat kecacatan bahan. Dari nilai kecatatan (I_D/I_G) ini kemudian diukur sifat magnetiknya menggunakan VSM (*Vibrating Sample Magnetometer*) dan dicari hubungan antara nilai cacat dengan sifat magnetik yang dihasilkan.



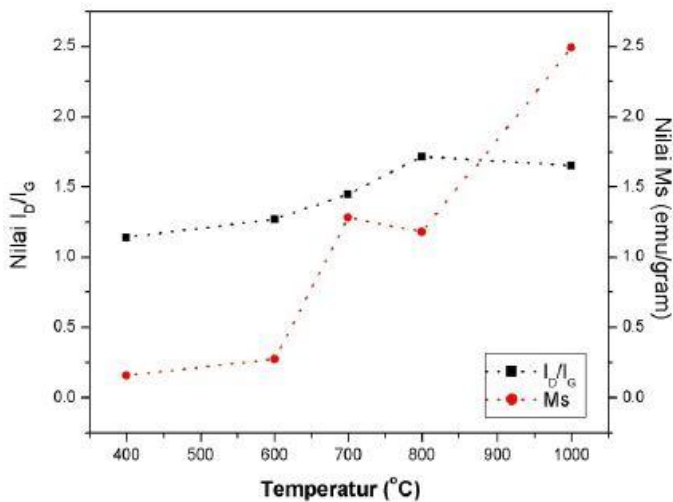
Gambar 2.9 Nilai I_D/I_G pada semua variasi temperature pemanasan dan waktu penyayatan (Kurniasari,2016)

Gambar 2.9 menunjukkan hubungan nilai cacat rGO dengan perlakuan suhu dan waktu penyayatan. Dari Gambar 2.9 menunjukkan bahwa nilai cacat bahan meningkat seiring dengan meningkatnya suhu pemanasan. Hal ini disebabkan oleh gugus impuritas rGO seperti OH, oksigen dan yang lainnya mulai terlepas. Dari pengamatan kuantitatif Raman Spektroskopi dapat diketahui bahwa waktu penyayatan tidak begitu berpengaruh terhadap nilai cacat. Yang berpengaruh signifikan adalah perlakuan panas terhadap sampel rGO. Semakin meningkat perlakuan panas, semakin besar nilai cacat yang terukur. Setelah terukur nilai cacat rGO, kemudian rGO diukur nilai magnetisasinya dan menghasilkan kurva histeresis yang terlihat seperti Gambar 2.10. Kurva histeresis tersebut menunjukkan kurva superparamagnetik. Sehingga dapat disimpulkan bahwa rGO bersifat superparamagnetik. Dari grafik dapat diketahui bahwa perlakuan panas juga memengaruhi nilai magnetisasi bahan.



Gambar 2.10 Kurva histeresis rGO pada semua variasi temperatur pemanasan (Kurniasari,2016)

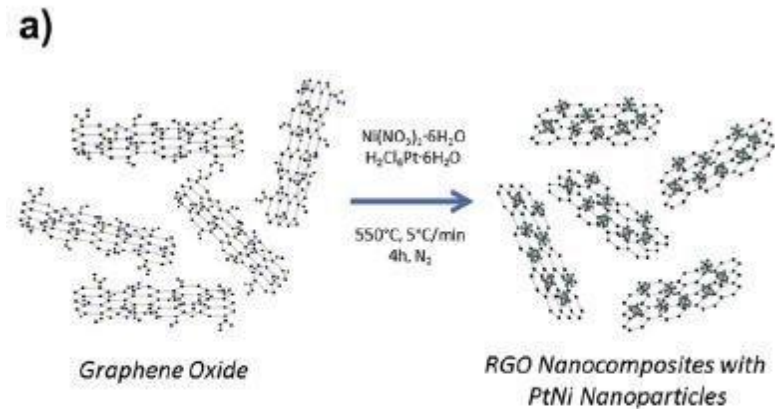
Magnetisasi yang terukur pada sampel Pada temperatur 400°C diperoleh nilai $M_s = 0,15608$ emu/gr, sedangkan untuk temperatur 600oC nilai $M_s = 0,27423$ emu/gr. Pada temperatur 700oC peningkatan nilai M_s yang cukup signifikan dibandingkan dengan dua variasi temperatur sebelumnya yaitu $M_s = 1,28411$ emu/gr. Pada temperatur 800oC nilai $M_s = 1,18213$ emu/gr, terjadi sedikit penurunan nilai M_s jika dibandingkan dengan nilai M_s pada temperature 700oC. Nilai M_s terbesar dicapai pada temperatur pemanasan 1000oC yaitu sebesar 2,49347 emu/gr. Nilai magnetisasasi yang didapat lebih besar daripada nilai magnetisasasi yang didapat oleh penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Maulana (2016). Hal ini disebabkan oleh perlakuan suhu dan waktu penyayatan yang berbeda. Huungan antara nilai cacat dengan nilai magnetisasi pada perlakuan suhu yang berbeda ditunjukkan oleh Gambar 2.11.



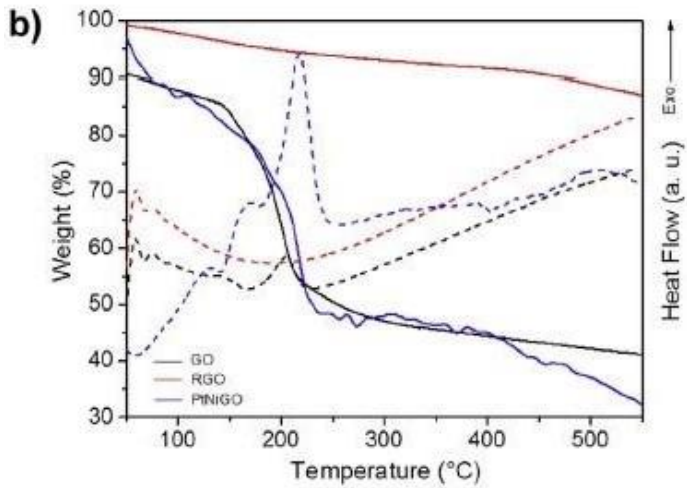
Gambar 2.11 Grafik hubungan Temperatur terhadap nilai I_D/I_G dan nilai magnetisasi (M_s) (Kurniasari,2016)

Nilai magnetisasi yang didapat pada perlakuan panas dengan nilai cacat berbanding lurus. Semakin besar nilai cacat akan semakin besar pula nilai magnetisasi yang didapat. Nilai magnetisasi yang semakin besar ini disebabkan oleh elektron yang tak berpasangan akibat terlepasnya gugus impuritas karena pemanasan suhu (Kurniasari, 2016).

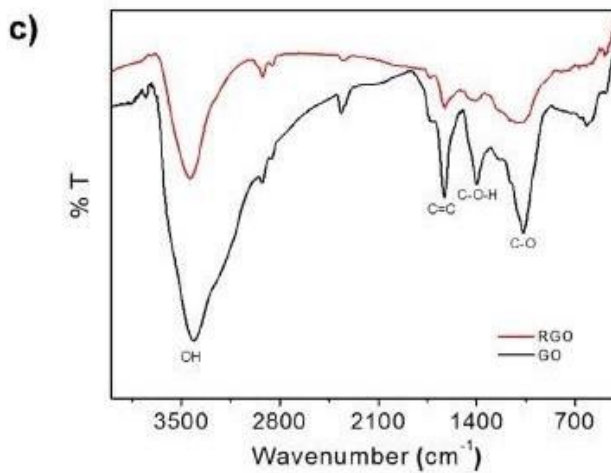
Beberapa metode dilakukan untuk meningkatkan sifat kemagnetan rGO. Salah satu yang dilakukan adalah dengan menambahkan unsur lain ke dalam rGO. Metode yang dilakukan adalah metode infiltrasi yaitu dengan cara pengadukan dengan *stirrer magnetic*. Dalam penelitian yang dilakukan Felix, dkk (2016) rGO dari bahan grafit disintesis dengan metode Hummer.



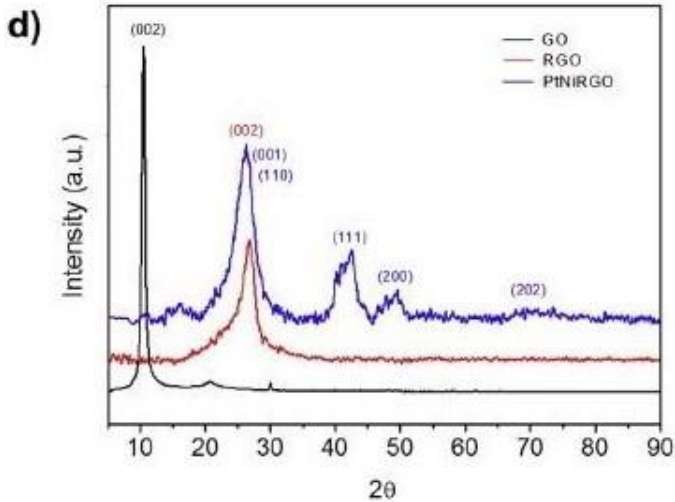
Gambar 2.12 a) Ilustrasi Sintesis PtNiGO,



Gambar 2.12 b) kurva DTA-TGA dari GO, RGO dan PtNiGO

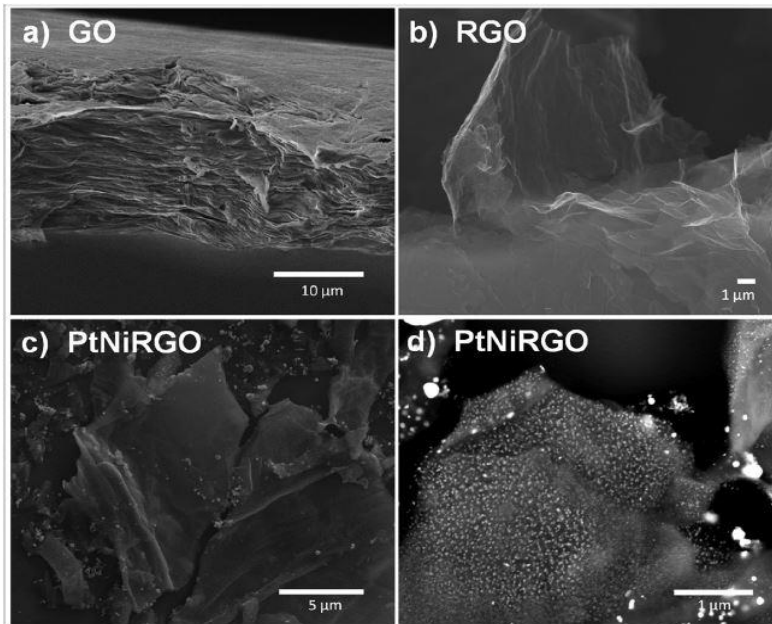


Gambar 2.12 c) Hasil Uji FTIR GO dan rGO



Gambar 2.12 d) Hasil Karakterisasi XRD GO, RGO dan PtNiRGO (Felix,2016)

Sementara dalam menyisipkan NiPt dengan cara menyiapkan senyawa $(\text{Ni}(\text{NO}_3))_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ and $\text{H}_2\text{Cl}_6\text{Pt} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ yang kemudian dilarutkan kedalam akuades dan GO. Sampel yang telah tercampur ini kemudian diaduk dengan *stirer magnetic* selama 72 jam. Setelah tercampur kemudian dikeringkan dan didapatkan lembaran homogen. Setelah itu sampel GO,rGO dikarakterisasi dengan XRD, TGA, VSM, FTIR , SEM dan TEM yang mana ditunjukkan oleh Gambar 2.12. Dari hasil XRD menunjukkan terbentuknya fasa GO, rGO dan PtNirGO pada setiap tahapan sampel yang terbentuk. Ikatan yang terjadi pada GO dan rGO juga dikarakterisasi dengan menggunakan FTIR. Ikatan impuritas seperti C-H, OH berkurang drastis ketika mulai terbentuk rGO. Untuk melihat struktur morfologi dilakukan uji SEM.

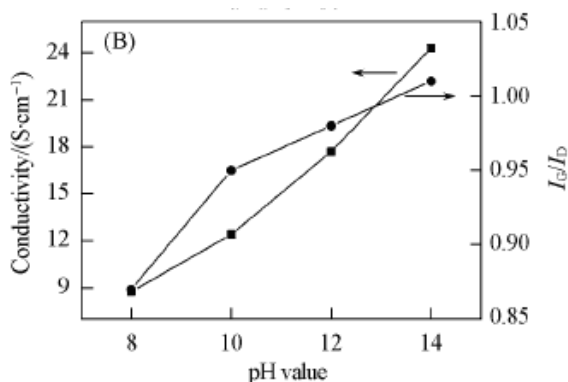


Gambar 2.13 Hasil uji SEM a) GO b) rGO c)PtNiRGO perbesaran 5 mikro d)PtNiRGO perbesaran 1 mikro (Felix,2016)

Dari hasil uji SEM ditunjukkan oleh Gambar 2.13. Pada sampel rGO terlihat seperti lembaran kertas lusuh. Hal ini mengindikasikan bahwa terbentuknya layer rGO yang tipis pada sampel rGO. Sementara pada PtNiRGO terdapat dekorasi menyerupai bintik-bintik di seluruh permukaan rGO. Hal ini mengindikasikan bahwa komposit PtNi terdopping pada lembaran rGO. Dengan doping komposit PtNi bertujuan meningkatkan sifat kemagnetan rGO. rGO dari grafit bersifat diamagnetik pada temperatur kamar dan bersifat paramagnetik dibawah suhu 10K. Penamabahan komposit PtNi merubah sifat paramagnetic rGO menjadi feromagnetik. Hal ini disebabkan oleh dekorasi bimetal pada PtNiRGO (Felix dkk,2016).

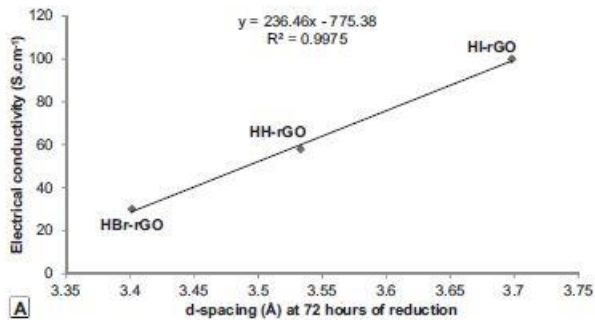
2.4 Konduktivitas Listrik RGO

Grafena Oksida merupakan material non-konduktiv, sementara Grafena Oksida Tereduksi (RGO) merupakan material dengan konduktivitas yang baik. Beberapa penelitian dilakukan untuk meningkatkan nilai konduktivitas listrik RGO. Pada penelitian Wha Huan (2011) menyebutkan bahwa penambahan NaOH pada RGO dengan variasi pH memengaruhi besar nilai konduktivitas listrik. Semakin tinggi pH NaOH yang diberikan akan semakin besar pula nilai konduktivitas listrik yang didapat. Nilai konduktivitas RGO yang didapat adalah 2,81 S/cm, 3,86 S/cm, 11,13 S/cm dan 14,49 S/cm berdasarkan perlakuan pH 8,10,12 dan 14, seperti yang ditunjukkan oleh gambar 2.14, dengan naiknya perlakuan pH yang diberikan menaikkan nilai konduktivitas RGO. Salah satu hal yang menyebabkan naiknya konduktivitas listrik adalah nilai cacat yang dialami oleh RGO. Cacat disebabkan oleh hilangnya gugus Oksigen ataupun OH pada RGO. Metode yang sering digunakan untuk mengurangi gugus fungsi tersebut adalah dengan cara reduksi. Pada penelitian Mohan (2014) mereduksi RGO dengan reduktor berupa HI, HBr dan HH. Dengan variasi reduktor ini didapatkan hasil konduktivitas RGO yang berbeda.

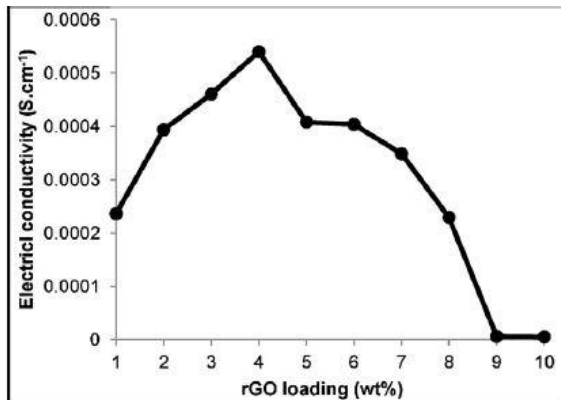


Gambar 2.14 Grafik Hubungan Nilai Konduktivitas Listrik dengan pH (Wha Huan,2011)

Pada Gambar 2.15 menjelaskan hubungan antara reduktor yang diberikan dengan konduktivitas yang didapatkan. HI merupakan reduktor yang paling baik diantara ketiga reduktor untuk mendapatkan nilai konduktivitas yang baik. Meskipun HI merupakan reduktor yang baik, akan tetapi tidak mutlak efektif sebagai reduktor yang baik untuk RGO diberbagai kondisi. Gambar 2.16 menjelaskan bahwa pada persen persen RGO dengan reduktor HI menurun diatas 5% persen *RGO loading*.

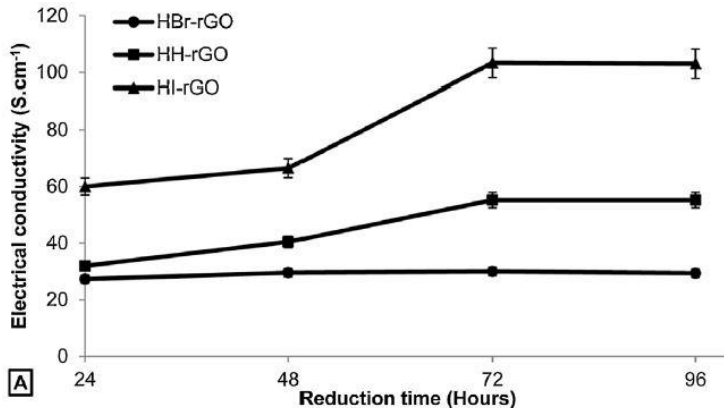


Gambar 2.15 Grafik Hubungan Nilai konduktivitas listrik dan reduktor yang diberikan (Mohan dkk,2014)



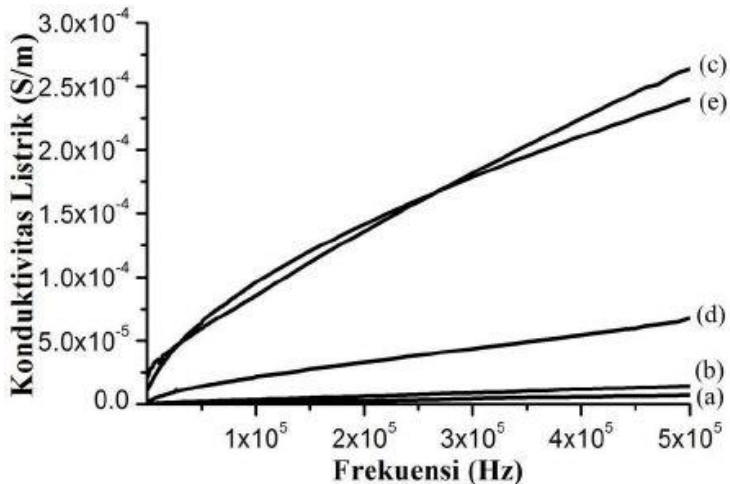
Gambar 2.16 Grafik hubungan konduktivitas dengan *RGO loading* (Mohan dkk, 2014)

Variabel waktu reduksi juga memengaruhi nilai konduktivitas listrik. Semakin lama waktu reduksi akan semakin besar konduktivitas yang diberikam. Pada gambar 2.17 menunjukkan bahwa kondukvtas listrik meningkat seiring meningkatnya waktu reduksi.



Gambar 2.17 Grafik hubungan waktu reduksi dengan konduktivitas listrik (Mohan dkk,2014)

Penambahan unsur lain juga menjadi cara lain untuk mengubah nilai konduktivitas suatu bahan. Penelitian Suwandana (2015) menambahkan unsur Zn ke dalam material grafena. Grefena ditambahkan dengan Zn dengan variasi massa 0,8 gram, 1,6 gram dan 2,4 gram. Dari hasil pengukuran menggunakan metode Four Point Probe menunjukkan hasil 0,8 gram Zn memiliki konduktivitas paling baik yaitu sekitar 2,9 S/cm. Hal ini disebabkan oleh jarak antar layer Grefena dengan penambahan 0,8 gram paling dekat diantara komposisi Zn lainnya. Penelitian lain juga dilakukan untuk mengubah konduktivitas material.



Gambar 2.18 Grafik Konduktivitas Listrik terhadap Frekuensi untuk Masing-Masing Jumlah *Doping*: (a) Tanpa *doping*; (b) *doping* 1%; (c) *doping* 2%; (d) *doping* 3%; dan (e) *doping* 4%. (Ramadhan,2017)

Penambahan Al_2O_3 pada ZnO mengubah nilai konduktivitasnya. Dengan variasi masa Al_2O_3 ditambahkan pada ZnO . Gambar 2.18 menggambarkan, pada ZnO tanpa adanya *doping*, nilai konduktivitas listrik terlihat sangat rendah pada setiap frekuensinya. Nilai konduktivitas listrik dari sampel tanpa doping berada pada angka 10^{-7} hingga $10^{-6} \Omega^{-1}\text{m}^{-1}$. Namun, dengan adanya *doping* dari Al, nilai konduktivitas ZnO mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Konsentrasi dari *native point defects* dan impuritas secara signifikan dapat mempengaruhi sifat listrik dari material. Hal ini membuktikan *impurities* berupa *dopant* Al mempengaruhi konduktivitas listrik tipe-n dari material semikonduktor ZnO .

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bahan dan Peralatan

3.1.1 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah rGO (Reduce Grapehe Oxide) dari tempurung kelapa, *Hydrochloric Acid* (HCl) 37 %, padatan Aluminium Hydroxide ($\text{Al}(\text{OH})_3$, Aquades.

3.1.2 Peralatan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *siever* 200 mesh, *ultrasonic cleaner*, gelas ukur, gelas beker, gelas erlenmeyer, pipet, spatula logam, corong plastik, corong kaca, *magnetic stirrer*, aluminium foil, kertas label nama, tisu, *Furnace Naberthem*, timbangan digital, mortar keramik. Karakterisasi menggunakan PSA (*Particle Size Analyzer*), XRD (*X-Ray Diffraction*), FTIR (*Fourier Transform Infrared*), SEM-EDX (*Scanning Electron Microscopy*) dan VSM (*Vibrating Sample Magnetometer*).

3.2 Langkah Kerja

3.2.1 Preparasi dan Pemurnian Serbuk rGO

Preparasi serbuk rGO dari tempurung kelapa dilakukan langkah sebagai berikut :

1. Tempurung kelapa dibersihkan dari sabutnya
2. Tempurung kelapa dijemur untuk mengurangi kadar air
3. Tempurung kelapa dibakar untuk mendapatkan arang
4. Arang hasil bakaran dihaluskan dengan mortar menjadi serbuk
5. Serbuk difurnice dengan suhu 400°C untuk mendapatkan kemurnian rGO

3.2.2 Proses Ultrasonik

Proses eksfoliasi ultrasonik ini bertujuan untuk mendapatkan layer rGO berukuran nanometer. Semakin tipis layer rGO maka semakin baik. Larutan HCl ditambahkan ke dalam RGO kemudian diaduk selama 20 jam dan diultrasonik selama 4 jam.

3.2.3 Penambahan Aluminium Hidroksida

Penambahan Aluminium Hidroksida kedalam rGO bertujuan melihat pengaruhnya terhadap nilai konduktivitas dan sifat magnet RGO dari tempurung kelapa. Adapun dalam proses penambahan Aluminium Hidroksida dilakukan sebagai berikut :

1. $\text{Al}(\text{OH})_3$ ditambahkan ke dalam campuran rGO dan HCL yang sebelumnya mengalami proses ultrasonik
2. Variasi komposisi perbandingan mol rGO:HCL: $\text{Al}(\text{OH})_3$ adalah 2:2:1 dan 4:4:1
3. Kemudian diaduk menggunakan *stirer magnetic* selama 20 jam

3.2.4 Proses Pengeringan dan Pemanasan

Proses pengeringan bertujuan untuk mendapatkan serbuk dari larutan campuran rGO, HCL dan $\text{Al}(\text{OH})_3$.

1. Proses pengeringan dilakukan dengan memanaskan sampel hingga didapatkan serbuk.
2. Setelah didapatkan serbuk, sampel diberi perlakuan panas berbeda dengan difurnice
3. Variasi perlakuan panas adalah pada 400°C dan tidak diberi perlakuan panas

3.3 Karakterisasi Sampel

3.3.1 X-Ray Diffraction (XRD)

Pengujian XRD (X-Ray Diffraction) bertujuan untuk mengetahui fasa-fasa yang terbentuk pada material uji rGO. Dengan sumber radiasi yang diberikan yakni $\text{Cu } \alpha$ dengan panjang gelombang $1,54056 \text{ \AA}$. Pengujian ini dilakukan dengan

menggunakan Philips X'Pert MPD (*Multi Purpose Diffractometer*) di Jurusan Teknik Material dan Metalurgi Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

3.3.2 CHONS

Pengujian CHONS ini bertujuan mengetahui prosentase kandungan yang terdapat pada serbuk rGO dari tempurung kelapa. Dengan mengetahui kandungan rGO maka dapat diketahui kandungan karbon pada rGO dari tempurung kelapa. Pengujian dengan CHONS dilakukan di Jurusan Teknik Lingkungan ITS

3.3.3 Particle Size Analyzer (PSA)

Pengujian menggunakan PSA diperlukan untuk mengukur tebal layer rGO setelah proses eksfoliasi dengan ultrasonik yang sebelumnya dicampur dengan HCL. Pengujian menggunakan PSA ini dilakukan di Laboratorium Zat Padat Jurusan Fisika ITS.

3.3.4 Scanning Electron Microscope (SEM-EDX)

Pengujian menggunakan SEM ini bertujuan untuk melihat struktur morfologi RGO setelah dicampur dengan $\text{Al}(\text{OH})_3$. Serta untuk mengetahui kandungan yang terdapat dalam rGO setelah ditambahkan $\text{Al}(\text{OH})_3$. Pengujian SEM-EDX ini dilakukan di Laboratorium Energi ITS dengan menggunakan alat SEM-EDX EVO MA 10 hingga perbesaran 1.000.000 kali.

3.3.5 Fourier Transform Infrared (FTIR)

Pengujian dengan FTIR pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui gugus fungsi atau ikatan-ikatan yang terbentuk dari material uji. Pengujian spektroskopi FTIR ini dilakukan di Jurusan Teknik Material dan Metalurgi ITS

3.3.6 VSM (Vibrating Sample Magnetometry)

Pengujian dengan VSM ini bertujuan untuk mengukur sifat kemagnetan rGO yang dicampur dengan unsur Aluminium Hidroksida. Pengujian sifat magnet rGO dilakukan di Pusat Sains

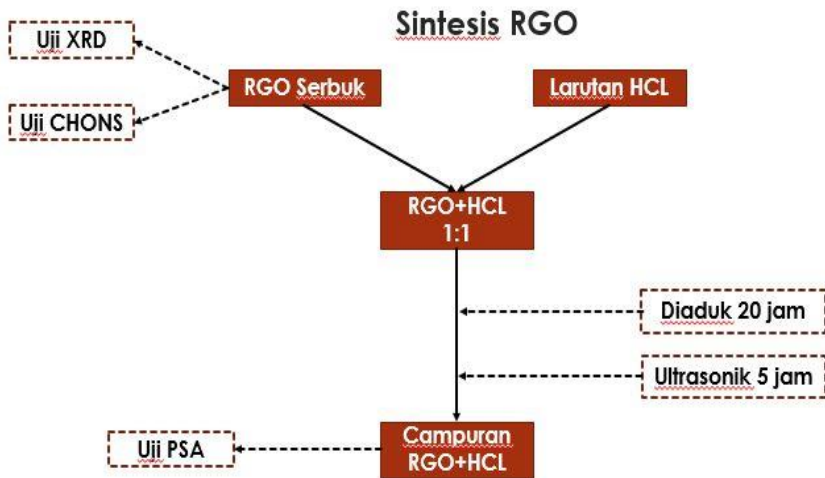
dan Teknologi Bahan Maju Badan Tenaga Nuklir Nasional (PSTBM-BATAN) di daerah Serpong, Tangerang selatan dengan tipe OXFORD VSM 1.2H.

3.3.7 Pengukuran Konduktivitas Listrik

Pengukuran konduktivitas listrik dilakukan dengan metode *Four Point Probe*. Pengukuran konduktivitas listrik ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh perubahan nilai konduktivitas listrik RGO sebelum dan setelah ditambahkan dengan $\text{Al}(\text{OH})_3$.

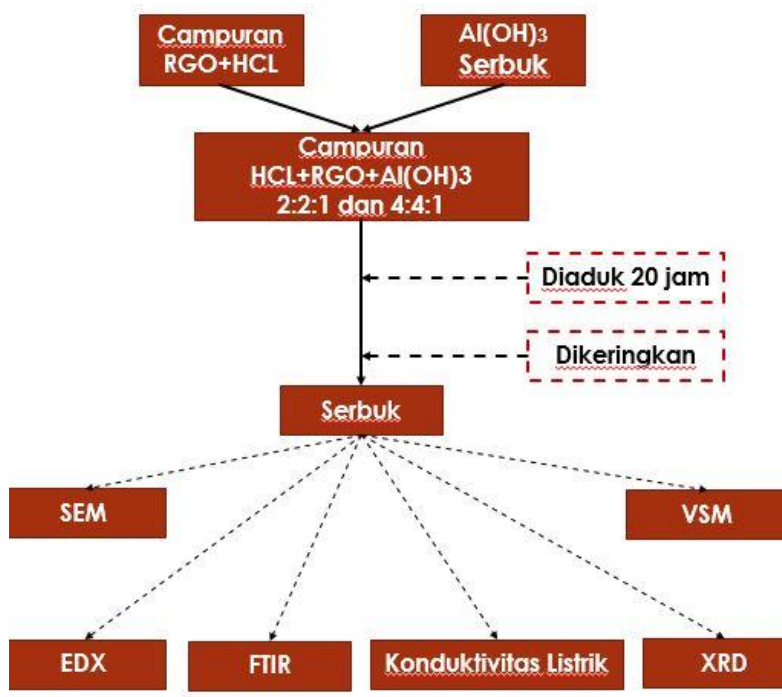
3.4 Diagram Alir Penelitian

3.4.1 Sintesis RGO



Gambar 3.1 Diagram Alir Sintesis RGO

3.4.1 Penambahan $\text{Al}(\text{OH})_3$



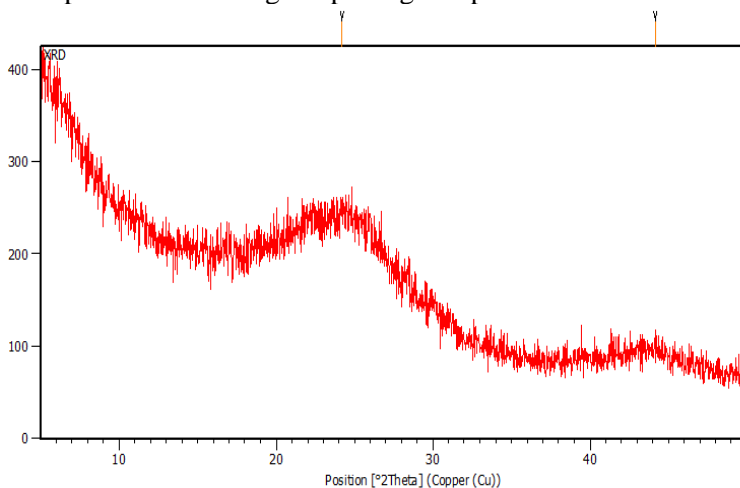
Gambar 3.2 Diagram Alir Penambahan $\text{Al}(\text{OH})_3$

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Analisis Fasa RGO

Sintesis RGO dari tempurung kelapa diawali dengan proses pembakaran tempurung kelapa yang sebelumnya telah dikeringkan. Setelah proses pembakaran, arang tempurung kelapa dihaluskan dengan mortar dan diayak menggunakan mesh 2000 untuk didapatkan serbuk yang berukuran lebih homogen. Serbuk arang tempurung kelapa dikarakterisasi menggunakan *XRD (X-Ray Diffractometer)* untuk mengetahui fasa yang terbentuk pada hasil pembakaran arang tempurung kelapa.



Gambar 4.1 Hasil Karakterisasi XRD Arang Tempurung Kelapa

Hasil karakterisasi XRD tempurung kelapa (Gambar 4.1) memiliki grafik yang sama dengan hasil XRD RGO penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Sarkar (2014) seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2.3 pada Bab 2. Terdapat puncak yang sama yaitu pada $2\theta = 25,6^\circ$ dan $2\theta = 43^\circ$. Sehingga bisa disimpulkan bahwa arang tempurung kelapa membentuk fasa Grafena Oksida Tereduksi (*Reduce Graphene Oxide, RGO*).

4.2 Hasil Analisis Komposisi RGO

Serbuk arang hasil tempurung kelapa dilakukan uji XRF dan CHONS untuk mengetahui kandungan unsur serta pengotor yang ada dalam arang tempurung kelapa. Dari hasil uji CHONS didapatkan prosentase yang ditunjukkan pada tabel 4.1 berikut ini

Tabel 4.1 Hasil Uji CHONS Arang Tempurung Kelapa

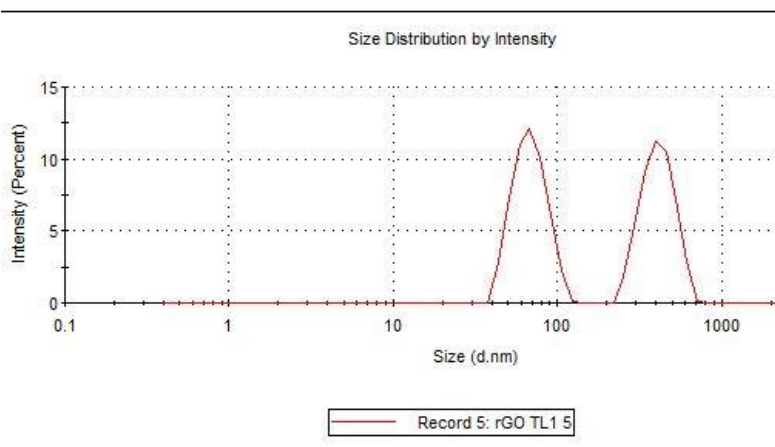
Nama Unsur	Prosentase Massa (%)
Karbon (C)	81,78
Oksigen (O)	9,02
Hidogen (H)	3,82
Nitrogen (N)	0,53
Sulfur (S)	0,012

Dengan komposisi dominan karbon dan oksigen, tempurung kelapa dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan rGO. Hal ini didukung oleh hasil uji XRD yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa terbentuknya fasa RGO pada hasil pembakaran tempurung kelapa tua.

Sementara untuk mengetahui pengotor lainnya dalam arang tempurung kelapa dilakukan uji XRF. Dari hasil XRF diperoleh hasil prosentase unsur sebagai berikut : Fosfor 0,023%, Kalium 0,875%, Titanium 0,003%, Besi 0,040%, Nikel 0,030%, Zinkum 0,013%, Rubidium 0,01%, Barium 0,025%, Rений 0,008%, Osmium 0,007%, Cuprum 0,046%. Pengotor ini berasal dari dalam tanah ketika pohon kelapa mengambil air tanah untuk keperluan memasak makanan sehingga kandungan tempurung kelapa terdapat beberapa mineral seperti yang ada didalam tanah.

4.3 Hasil Analisis Ukuran Layer RGO

Seperti yang kita tahu bahwa RGO merupakan senyawa Grafena Oksida. Grafena Oksida merupakan senyawa turunan dari Grafit. Sementara Grafena adalah senyawa turunan dari RGO yang memiliki ikatan karbon rangkap tanpa adanya ikatan impuritas lainnya, sehingga Grafena memiliki sifat mekanik maupun listrik yang baik. Jika grafit mempunyai struktur Kristal segi enam tiga dimensi, sedangkan grafena memiliki struktur segi enam akan tetapi dua dimensi, sehingga disebut *single layer*. RGO yang memiliki layer yang tipis mendekati *single layer* grafena akan memiliki sifat yang baik seperti halnya sifat grafena. Sehingga dalam penelitian ini RGO yang masih memiliki layer berukuran orde mikro dilakukan eksfoliasi dengan menggunakan ultrasonik yang sebelumnya dicampur terlebih dahulu menggunakan asam kuat HCL. Setelah dilakukan eksfoliasi digunakan PSA (*Particle Size Analyzer*) untuk mengetahui ukuran layer RGO yang telah di eksfoliasi.



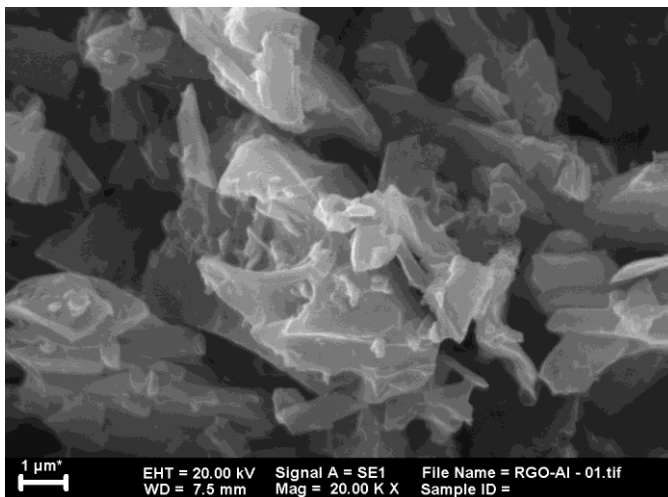
Gambar 4.2 Hasil Karakterisasi PSA RGO

Gambar 4.2 merupakan hasil pengukuran ukuran layer RGO setelah dieksfoliasi. Pada Gambar 4.2 terdapat dua puncak yaitu

puncak pertama pada 69 nanometer dan puncak kedua pada 416 nanometer. Pada 69 nanometer ini merupakan ukuran terkecil yang dapat terukur pada sampel sehingga 69 nano meter ini kemungkinan besar adalah ukuran layer RGO dari penampang membujur. Sedangkan pada 416 nanometer ini adalah layer RGO pada penampang melintang. Yang dimaksudkan dengan tebal layer RGO adalah penampang membujur pada RGO, sehingga ukuran layer RGO didapatkan yaitu 69 nanometer. Ukuran dalam orde nano merupakan ukuran mendekati ukuran *single layer* pada grafena, sehingga dengan layer yang tipis, sifat RGO akan semakin baik.

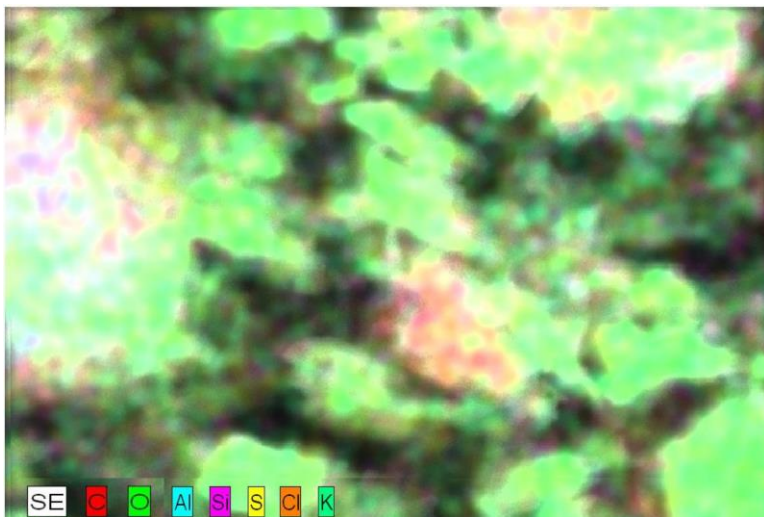
4.4 Analisis Struktur RGO-Al(OH)₃

Struktur RGO yang telah ditambahkan dengan Al(OH)₃ dikarakterisasi menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscope*). Gambar 4.3 adalah hasil dari karakterisasi SEM sampel RGO-Al(OH)₃.



Gambar 4.3 Hasil Karateriasai SEM RGO-Al(OH)₃

Analisa menggunakan SEM bertujuan mengetahui struktur morfologi dari RGO- $\text{Al}(\text{OH})_3$. Dari gambar 4.3 dapat teramati bahwa struktur RGO- $\text{Al}(\text{OH})_3$ berbentuk seperti bongkahan. Struktur berbentuk bongkahan ini menunjukkan perubahan struktur dari RGO yang harusnya berbentuk lembaran tipis. Bentuk bongkahan ini merupakan juga mengindikasikan terbentuknya fasa baru yang terbentuk dari aluminium. Hal ini didukung oleh hasil uji EDX yang ditunjukkan oleh Gambar 4.4



Gambar 4.4 Hasil Karakterisasi EDX sampel

Pada Gambar 4.4 menunjukkan dominasi unsur Aluminium yang mengelilingi karbon. Dominasi unsur aluminium ini menunjukkan fasa yang terbentuk dalam RGO dengan unsur utama aluminium.

4.5 Analisis Komposisi RGO-Al(OH)₃

RGO yang ditambahkan Al(OH)₃ dikarakterisasi dengan EDX (*Energy Dispersive X-Ray*) untuk mengukur prosentase unsur pada campuran. Hasil pengukuran menunjukkan perubahan signifikan pada kandungan karbon. Hasil pengukuran EDX ditunjukkan oleh tabel 4.2 berikut,

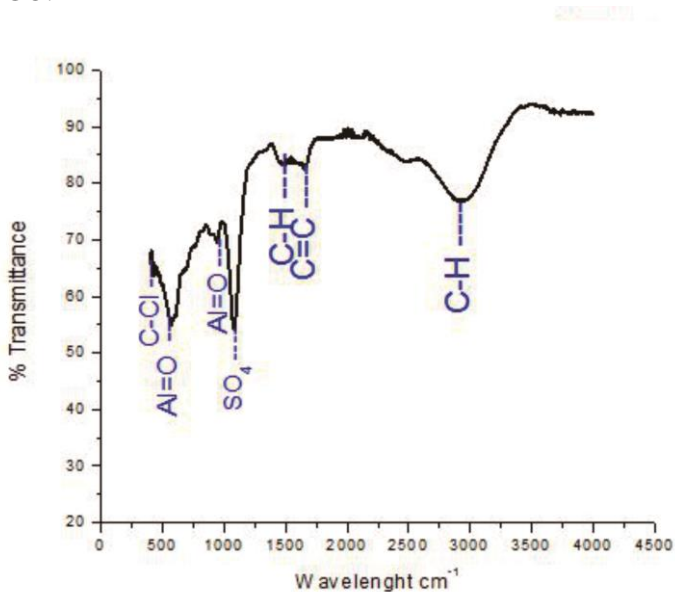
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran EDX RGO-Al(OH)₃

Nama Unsur	Prosentase Massa (%)
Karbon (C)	29
Oksigen (O)	55,18
Klor (Cl)	6,75
Sulfur (S)	5,68
Aluminium (Al)	3,23

Pada Tabel 4.2 menunjukkan bahwa prosentase karbon menurun dan paling banyak kandungannya adalah unsur O. Hal ini disebabkan oleh kondisi sampel RGO yang mudah teroksidasi setelah ditambahkan dengan Al(OH)₃. Tambahan unsur Klorin berasal dari penambahan HCL saat proses eksfoliasi. Sedangkan unsur Aluminium berasal dari penambahan Al(OH)₃. Sedangkan unsur Sulfur merupakan pengotor RGO berdasarkan uji CHONS sebelumnya. Sedangkan Aluminium berasal dari Al(OH)₃ yang dicampurkan. Perubahan komposisi yang signifikan ini bisa jadi akan mengubah sifat dan karakteristik material RGO.

4.6 Analisis Karakterisasi FTIR

Sampel RGO- $\text{Al}(\text{OH})_3$ dikarakterisasi menggunakan *Forrier Transform Infra Red* (FTIR) untuk mengetahui ikatan gugus fungsi yang terjadi dalam sampel. Gambar 4.3 merupakan hasil uji FTIR campuran RGO- $\text{Al}(\text{OH})_3$. Pada hasil karakterisasi FTIR terdapat tujuh lembah yang muncul secara signifikan, yaitu pada panjang gelombang seperti yang tunjukkan pada Tabel 4.3. Ikatan C=C yang muncul pada hasil FTIR merupakan ikatan utama dari RGO. Sedangkan munculnya ikatan C-H merupakan impuritas ikatan RGO yang belum terlepas sempurna saat pemurniaan RGO.



Gambar 4.4 Hasil Karakterisasi FTIR RGO- $\text{Al}(\text{OH})_3$

Pada panjang gelombang $419,05 \text{ cm}^{-1}$ merupakan ikatan C-Cl dimana kemungkinan ikatan ini terjadi ketika penambahan HCL ke dalam RGO pada saat proses eksfoliasi. Hasil ini juga sesuai dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan Nugraheni

(2016) terkait munculnya ikatan C-Cl ini. Dari penelitian tersebut menyatakan bahwa ikatan C-Cl merupakan ikatan yang terjadi pada saat HCL ditambahkan pada saat eksfoliasi. Penelitian tersebut juga menyebutkan, dengan adanya ikatan C-Cl menandakan Cl menyisip ke dalam RGO sehingga akan mempermudah RGO membentuk *single layer* pada saat eksfoliasi. Hasil FTIR juga menunjukkan adanya dua lembah yang menyakatan adanya ikatan Al=O. Ikatan Al=O kemungkinan dapat disebabkan oleh $\text{Al}(\text{OH})_3$ yang larut dengan HCL kemudian Al mengikat O setelah di *stirer magnetic* selama 20 jam. Dari sekian ikatan yang dominan muncul, ikatan impuritas RGO adalah C-H, C-Cl dan Al=O.

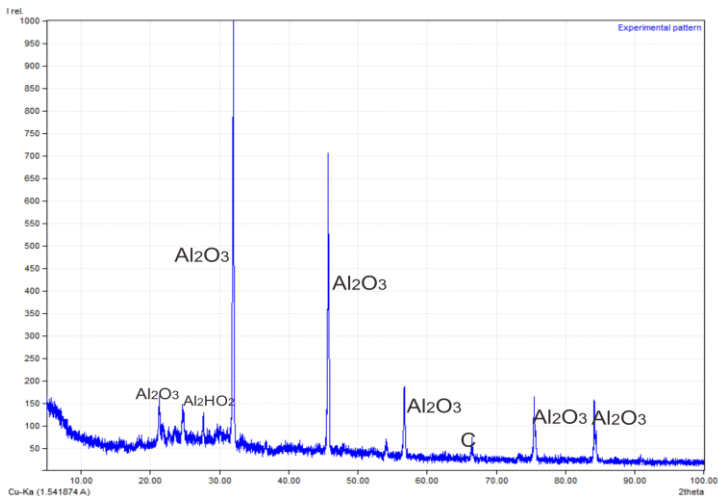
Tabel 4.3 Data spektra yang muncul pada material RGO- $\text{Al}(\text{OH})_3$

Referensi	Lembah RGO- $\text{Al}(\text{OH})_3$	Jenis ikatan/Gugus fungsi
100-750	419.05	C-CL
550	567.76	Al-O
850-1010	938.93	Al=O stretching
900-1100 dan 1080-1130	1080.28	Ion SO_4 , PO_4
1470	1471,04	methyl ethylene C-H bending
1600-1680	1651.78	C=C stretching
2930	2911.54	methyl ethylene C-H bending

4.7 Analisis Fasa RGO- $\text{Al}(\text{OH})_3$

Karakterisai XRD digunakan untuk melihat kemungkinan fasa yang terbentuk setelah dicampurkannya RGO dengan $\text{Al}(\text{OH})_3$. Hasil XRD kemudian diolah menggunakan *software*

match 3. Dari pengolahan data menggunakan *Software Match 3* diperoleh beberapa fasa yang terbentuk dari puncak yang ada seperti ditunjukkan pada Gambar 4.5. Dari gambar 4.5 dapat diketahui bahwa ada perubahan grafik hasil karakterisasi dengan RGO murni. RGO murni merupakan material berstruktur amorf berdasarkan hasil karakterisasi XRD seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.1 yang telah dibahas sebelumnya. Akan tetapi dengan penambahan $\text{Al}(\text{OH})_3$ dari hasil XRD muncul beberapa puncak yang mengindikasikan struktur Kristalin dengan kemungkinan terbentuknya fasa baru.

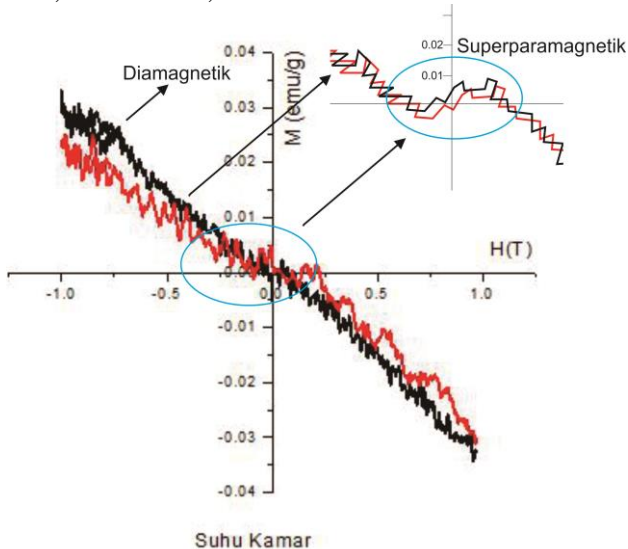


Gambar 4.5 Hasil Karakterisasi XRD sampel RGO- $\text{Al}(\text{OH})_3$

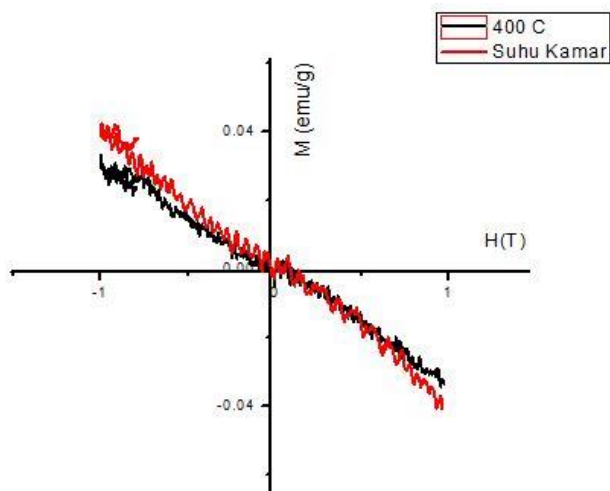
Dari pengolahan data menggunakan *Software Match 3*, dari beberapa puncak yang muncul, teridentifikasi fasa yang terbentuk yaitu fasa dominan Al_2O_3 , $\text{Al}(\text{OH})\text{Cl}_2$ dan C. Dengan munculnya impuritas fasa tersebut bisa jadi dapat memengaruhi sifat dari material RGO. Karena fasa yang terbentuk tentu memiliki sifat yang berbeda dari RGO sehingga dengan adanya fasa baru yang terbentuk dalam RGO akan memengaruhi sifat RGO.

4.8 Analisis Sifat Magnet

Analisa sifat magnet digunakan alat karakterisasi sifat magnet yaitu VSM (*Vibrating Sample Magnetometer*). Analisa sifat magnet dibagi menjadi dua, yaitu dengan analisa dengan kualitatif dan dengan analisa kuantitatif. Analisa kualitatif dilakukan dengan mengamati kurva histeresis yang terbentuk dari hasil karakterisasi VSM sedangkan analisis kuantitatif dilakukan dengan cara mengukur besar Magnetisasi (M) yang dialami oleh material pada medan magnet luar (H) tertentu. Penelitian ini digunakan empat variasi sampel RGO- $\text{Al}(\text{OH})_3$, yaitu perbandingan RGO dengan $\text{Al}(\text{OH})_3$ 2:1 dan perbandingan 4:1 yang masing-masing diberi perlakuan suhu 400°C dan tidak diberi perlakuan suhu. Dari keempat sampel dibandingkan masing-masing secara kualitatif dan kuantitatif. Dari hasil pengujian VSM dihasilkan empat kurva yang disajikan oleh Gambar 4.6, Gambar 4.7, Gambar 4.8 dan Gambar 4.9.

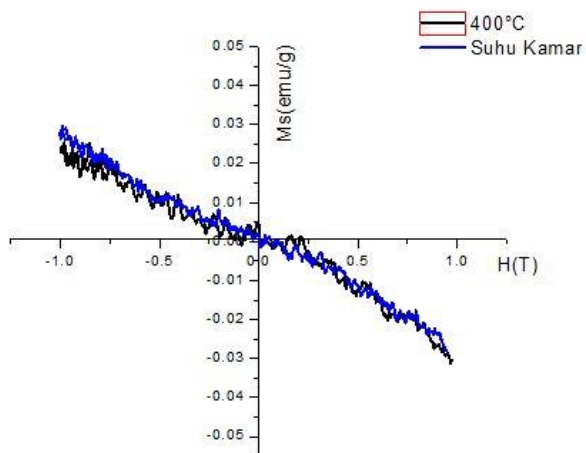


Gambar 4.6 Kurva hysteresis sampel RGO- $\text{Al}(\text{OH})_3$



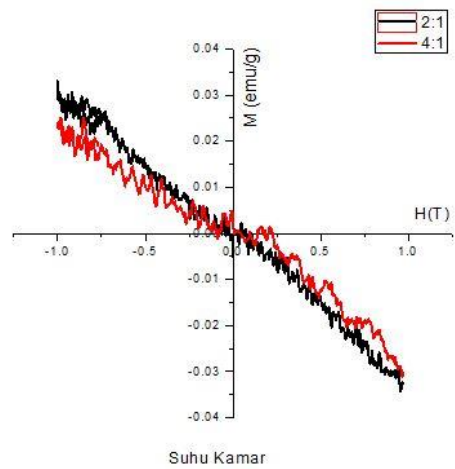
Perbandingan 2:1

Gambar 4.7 Kurva hysteresis sampel RGO-AL(OH)₃ perbandingan 2:1

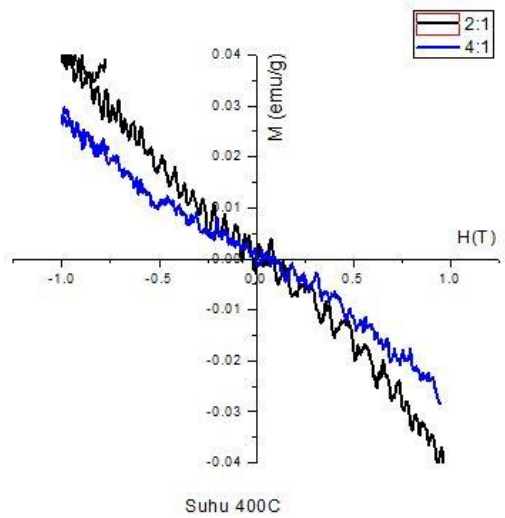


Perbandingan 4:1

Gambar 4.8 Kurva hysteresis sampel RGO-AL(OH)₃ perbandingan 4:1



Gambar 4.9 Kurva hysteresis sampel RGO-Al(OH)_3 pada suhu kamar



Gambar 4.10 Kurva hysteresis sampel RGO-Al(OH)_3 pada suhu 400°C

Menurut penelitian yang dilakukan Sarkar,dkk(2014) menyatakan bahwa RGO merupakan bahan superparamagnetik. Sifat superparamagnetik dapat teramati dari kurva yang terbentuk dari pengukuran VSM. Contoh kurva superparamagnetik ditunjukkan oleh Gambar 2.7 atau Gambar 2.8 pada Bab 2. Kurva histeresis superparamagnetik ditunjukkan dengan tidak adanya luasan yang terbentuk pada kurva. Hasil penelitian Kurniasari (2016) dan Maulana (2016) menyatakan RGO dari tempurung kelapa merupakan bahan superparamagnetik.

Hasil karakterisasi RGO-Al(OH)₃ menggunakan VSM menghasilkan kurva yang berbeda dari kurva histeresis pada superparamagnetik. Secara umum bentuk yang teramati pada Gambar 4.6, Gambar 4.7, Gambar 4.8 dan Gambar 4.9 memiliki bentuk yang sama, keempat kurva yang teramati dari variasi empat sampel ini merupakan kurva dominan Diamagnetik akan tetapi masih ada sifat Superparamagnetik. Sifat Diamagnetik ini diketahui dari bentuk kurva ketika dikenai medan megnet dari luar(H). Ketika diberi medan magnet dari luar kurva yang dihasilkan menolak medan magnet dari luar tersebut. Penolakan dari medan magnet tersebut ditunjukkan dari bentuk kurva ketika dikenai medan magnet dari luar, besar magnetisasi mengarah ke sumbu negatif, sehingga bisa disimpulkan menolak medan magnet dari luar dan hal tersebut merupakan ciri-ciri sifat Diamagnetik. Sedangkan sifat Superparamagnetik bahan ditunjukkan pada kurva bagian tengah seperti ilustrasi Gambar 4.6. Kurva yang terbentuk pada bagian tengah ini merupakan kurva superparamagnetik. Sehingga secara umum material RGO-Al(OH)₃ merupakan bahan dominan Diamagnetik dengan adanya sifat Superparamagnetik. Sifat Diamagnetik ini berasal dari fasa Al₂O₃ yang terbentuk, karena Al₂O₃ merupakan bahan non magnetik. Sedangkan sifat Superparamagnetik berasal dari sifat RGO murni.

Variasi komposisi juga berpengaruh pada sifat kemagnetan RGO-Al(OH)₃, pada komposisi 2:1 menghasilkan kurva lebih Diamagnetik daripada perbandingan 4:1. Indikasi

lebih Diamagnetik ini diketahui dari kemiringan kurva. Semakin tegak kurva maka semakin Diamagnetik. Pada perbandingan 2:1 kurva lebih tegak dari pada perbandingan 4:1 sehingga bisa disimpulkan bahwa perbandingan 2:1 lebih Diamagnetik dari pada perbandingan 4:1. Hal ini terjadi pada semua perlakuan suhu, baik suhu kamar (Gambar 4.8) maupun suhu 400°C (Gambar 4.9). Penyebab variasi sampel 2:1 lebih Diamagnetik adalah lebih banyaknya pemberian $\text{Al}(\text{OH})_3$ pada sampel dari pada perbandingan 4:1. Karena pada pemberian $\text{Al}(\text{OH})_3$ terbentuknya fasa baru Al_2O_3 yang merupakan bahan non magnetik, sehingga sangat wajar jika semakin banyak penambahan $\text{Al}(\text{OH})_3$ akan semakin membuat RGO diamagnetik.

Perlakuan suhu pada sampel juga memengaruhi kemagnetan sampel. Perlakuan suhu kamar lebih Diamagnetik dibandingkan dengan perlakuan suhu 400°C. Hal ini terlihat pada kurva (Gambar 4.6 da 4.7) di semua komposisi bahwa kurva yang terbentuk pada sampel perlakuan suhu kamar lebih tegak, sehingga dapat disimpulkan bahwa pada suhu kamar sifat kemagnetanya lebih Diamagnetik. Hal ini diakibatkan pada suhu 400°C dimungkinkan lepasnya beberapa ikatan impuritas pada RGO, sehingga jumlah elektron tak berpasangan meningkat. Elektron tak berpasangan inilah yang menyebabkan sifat magnet menjadi lebih kuat. Pada suhu kamar ikatan impuritas pada RGO belum terlepas, sehingga jumlah elektron berpasangan pada suhu kamar lebih sedikit daripada sampel dengan perlakuan suhu 400°C, sehingga sifat magnetnya lebih Diamagnetik.

Secara umum pemberian $\text{Al}(\text{OH})_3$ pada RGO telah mengubah sifat kemagnetan RGO yang awalnya Superparamagnetik menjadi Diamagnetik. Setelah dilakukan analisa kualitatif, dilakukan pula analisa kuantitatif, analisa kuantitatif dengan mengukur nilai magnetisasi (M) yang ada pada sampel. Pengukuran magnetisasi pada sampel dilakukan pada medan magnet luar (H) satu Tesla. Kurva yang terbentuk ditarik garis lurus pada sumbu y yang menyatakan besar magnetisasi,

sehingga didapat nilai magnetisasinya. Secara lengkap hasil pengukuran magnetisasi (M) disajikan dalam Tabel 4.4 berikut :

Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Magnetisasi RGO-Al₂O₃ pada medan magnet 1 Tesla

No	Jenis Sampel	Magnetisasi (M)
1	Perbandingan 2:2:1 suhu kamar	0,042 emu/g
2	Perbandingan 2:2:1 suhu 400°C	0,035 emu/g
3	Perbandingan 4:4:1 suhu kamar	0,03 emu/g
4	Perbandingan 4:4:1 suhu 400°C	0,025 emu/g

Pada pengukuran Magnetisasi perbandingan 2:1 didapatkan 0,042 emu/g pada perlakuan suhu kamar, sedangkan pada suhu 400°C didapatkan 0,035 emu/g. Sementara pada perbandingan 4:1 didapatkan 0,03 emu/g pada suhu kamar dan 0,05 emu/g pada perlakuan suhu 400°C. Hasil pengukuran kuantitatif ini menunjukkan bahwa perubahan magnetisasi pada bahan tidak begitu signifikan, hal ini sesuai dengan analisis kualitatif yang menunjukkan selisih kemiringan kurva yang satu dengan lainnya tidak begitu signifikan pula.

4.9 Analisis Konduktivitas Listrik

Analisa konduktivitas listrik dilakukan dengan mengukur nilai konduktivitas listrik menggunakan metode *Four Point Probe*. Dari keempat sampel tersebut hasil pengukuran konduktivitas listrik secara lengkap didiskripsikan pada tabel 4.5 berikut :

Tabel 4.5 Hasil pengukuran Konduktivitas Listrik RGO- $\text{Al}(\text{OH})_3$

No	Sampel	Konduktivitas Listrik
1	Perbandingan 2:2:1 suhu kamar	0,069 S/cm
2	Perbandingan 2:2:1 suhu 400°C	0,033 S/cm
3	Perbandingan 4:4:1 suhu kamar	0,101 S/cm
4	Perbandingan 4:4:1 suhu 400°C	0,130 S/cm

Nilai konduktivitas RGO yang ditambahkan dengan $\text{Al}(\text{OH})_3$ menurun. Hal ini dimungkinkan terjadi karena terbentuknya fasa Al_2O_3 dalam RGO. Al_2O_3 merupakan jenis bahan isolator yang baik, sehingga menjadi sangat wajar jika dengan terdapatnya fasa Al_2O_3 ini akan mengurangi nilai konduktivitas RGO. Hal ini ditunjukkan oleh data konduktivitas pada perbandingan komposisi 2:1 dengan perlakuan suhu kamar terukur nilai konduktivitas listrik 0,069 S/cm, sementara pada perlakuan suhu kamar dengan perbandingan 4:1 sebesar 0,101 S/cm, artinya semakin banyak penambahan $\text{Al}(\text{OH})_3$ (semakin banyak fasa Al_2O_3 yang terbentuk) akan semakin berkurang nilai konduktivitas listriknya. Perlakuan suhu juga memengaruhi nilai konduktivitas sampel, pada perbandingan 4:1 pada suhu kamar didapat nilai konduktivitas sebesar 0,101 S/m, mengalami kenaikan ketika dilakukan pemanasan 400°C yaitu terukur 0,130 S/cm. Hal ini terjadi akibat perlakuan panas pada sampel menyebabkan impuritas dari RGO sendiri mulai terlepas, meskipun tidak signifikan. Terlepasnya beberapa ikatan impuritas menyebabkan jumlah elektron tak berpasangan meningkat pada RGO. Jumlah elektron tak berpasangan inilah yang meningkatkan sifat kelistrikan RGO, sedangkan pada suhu kamar belum terlepasnya ikatan impuritas. Akan tetapi pada perbandingan 2:1

dengan perlakuan kenaikan suhu justru menurunkan nilai konduktivitas listrik. Pada perbandingan 2:1 ini menurunnya nilai konduktivitas listrik akibat kenaikan suhu diakibatkan oleh fasa Al_2O_3 yang terbentuk mulai aktif dan mencoba berinteraksi dengan RGO, sehingga sifat isolator Al_2O_3 memengaruhi sifat konduktif RGO. Pada perbandingan 4:1 hal ini juga terjadi, akan tetapi Al_2O_3 yang terbentuk tidak mampu memengaruhi RGO ketika dipanaskan karena jumlah RGO yang jauh lebih banyak dibandingkan dengan $\text{Al}(\text{OH})_3$.

Perubahan nilai konduktivitas listrik dari masing-masing sampel tidak terlalu signifikan, hal ini juga dialami oleh sifat kemagnetan yang dipaparkan sebelumnya. Sifat kemagnetan juga tidak terlalu mengalami perubahan signifikan, karena sifat kelistrikan dan sifat kemagnetan disebabkan oleh hal yang sama yaitu elektron tak berpasangan. Perubahan sifat listrik dan sifat magnet yang tidak signifikan tentu disebabkan oleh terlepasnya ikatan impuritas yang tidak signifikan pula, hal ini terjadi karena pada perlakuan panas 400°C belum mampu melepaskan ikatan impuritas pada RGO, hal ini sesuai dengan penelitian Kurniasari (2016) yang menyatakan tidak terdapat cacat yang signifikan pada bahan sesuai dengan uji Raman pada suhu 400°C .

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan $\text{Al}(\text{OH})_3$ pada RGO mengubah sifat magnet RGO, dari superparamagnetik menjadi dominan Diamagnetik dengan masih adanya sifat superparamagnetik.
2. Penambahan komposisi $\text{Al}(\text{OH})_3$ pada RGO menaikkan sifat Diamagnetik bahan akibat terbentuknya Fasa Al_2O_3 yang merupakan bahan Diamagnetik
3. Meningkatnya perlakuan suhu mengurangi sifat Diamagnetik bahan dikarenakan meningkatnya sifat superparamagnetik RGO akibat terlepasnya ikatan impuritas yang menambah jumlah elektron tak berpasangan
4. Penambahan $\text{Al}(\text{OH})_3$ pada RGO menurunkan nilai konduktitas listrik, karena terbentuknya Fasa Al_2O_3 yang merupakan bahan isolator
5. Perlakuan suhu menurunkan sifat konduktivas listrik pada perbandingan 2:1
6. Perlakuan suhu menaikkan sifat konduktivas listrik pada perbandingan 4:1

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya mengenai penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya perlu dilakukan pemilihan bahan dopan yang tepat agar tidak terbentuk fasa yang menurunkan nilai konduktivitas listrik dan sifat magnet
2. Penelitian selanjutnya perlu dilakukan metode yang lebih tepat agar hasil dopan dapat meningkatkan sifat listrik dan sifat magnet bahan

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Geim, A. A. K. 2009. "The Rise of Graphene". *Nature Materials*. Vol.6, No.3, hal: 183- 191
- Halliday, David and Robert Resnick. 1989. "Physics". 3 edition. Jhon Wiley & sons Inc. New York
- Huan, Wha dkk. 2011. Electrical Conductivity of Alkaline-Reduce Graphene Oxide. *Chem.res. Chinese Universities* 2011, 27(5), 857-861
- Kurniasari. 2016. "Analisis Cacat Dan Sifat Magnetik Grafena Oksida Tereduksi Dari Tempurung Kelapa". Surabaya: Laporan Tesis Fisika FMIPA-ITS
- Li, W. et al. 2008. Effects of Carbonization Temperatures on Characteristics of Porosity in Coconut Shell Chars and Activated Carbons Derived From Carbonized Coconut Shell Chars. *Industrial Crops and Product* 28 : 190-198.
- Liu, Y., Feng, Q., Tang, N., Wan, X., Liu, F., Lv, L., Du, Y., 2013. Increased magnetization of reduced graphene oxide by nitrogen-doping. *Carbon* 60, 549–551. doi:10.1016/j.carbon.2013.03.060
- Maulana, Azis (2016), Karakterisasi Sifat Magnetik Grafena Oksida Tereduksi dari Hasil Pembakaran Tempurung Kelapa Tua. Laporan Tugas Akhir Jurusan Fisika FMIPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Mohan, Balaji V. 2014. Characterisation of reduced graphene oxide: Effects of reduction variables on electrical conductivity. *Materials Science and Engineering B* 193 (2015) 49–60.

- Nasrullah, M. 2014. "Analisis Fasa dan Lebar Celah Pita Energi Karbon Pada Hasil Pemanasan Tempurung Kelapa". Surabaya : Laporan Tugas Akhir Fisika FMIPAITS.
- Nugraha Ananta I. Md. Characterization of Reduced Graphene Oxide (rGO) from Coconut Shell as Microwave Absorbing Material. ITS (2015)
- Nugraheni Ananda Y. et.al. Study on Phase, Molecular Bonding and Bandgap of Reduced Graphene Oxide Prepared by Heating Coconut Shell. Material Science Forum. Vol 827 pp 285-289 (2014)
- Nugraheni Anada Y. 2016. " Analisis Struktur Grafena Oksida Tereduksi Dari Tempurung Kelapa Tua Dengan Hamburan Sinar-X Sudut Kecil Sinkrotron (Saxs)". Surabaya:Laporan Tesis Fisika FMIPA-ITS.
- Prasetya, Fandi A.2014."Analisa Fasa Grafena dengan Spektroskopi Raman pada Hasil Pemanasan Tempurung Kelapa". Surabaya:Laporan Tesis Fisika FMIPA-ITS.
- Putra, Ilham R. 2017. Pengaruh Penambahan Al_2O_3 Terhadap Sifat Listrik Dan Termal $Zn(1-X)Al_xO$ Sebagai Kandidat Material Termoelektrik FTI Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Qin, S., Guo, X., Cao, Y., Ni, Z., Xu, Q., 2014.Strong ferromagnetism of reduced graphene oxide. Carbon 78, 559–565. doi:10.1016/j.carbon.2014.07.039
- Roy, E., Patra, S., Kumar, D., Madhuri, R., Sharma, P.K., 2015. Multifunctional magnetic reduced graphene oxide dendrites: Synthesis, characterization and their

applications. *Biosensors and Bioelectronics* 68, 726–735. doi:10.1016/j.bios.2015.01.072

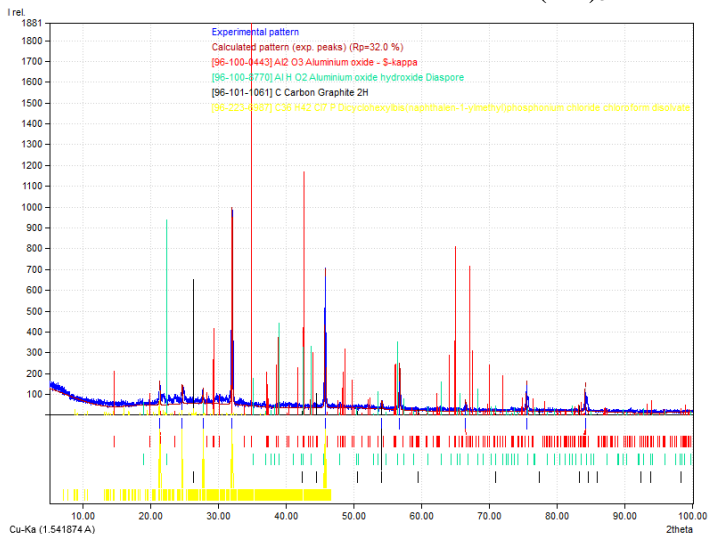
Sarkar, S.K., Raul, K.K., Pradhan, S.S., Basu, S., Nayak, A., 2014. Magnetik properties of graphite oxide and reduced graphene oxide. *Phys. E Low-Dimens. Syst. Nanostructures* 64, 78–82. doi:10.1016/j.physe.2014.07.014

Suwandana, Rahman F. 2015. Analisis Pengaruh Massa Reduktor Zinc terhadap sifat Kapasitif Superkapasitor Material Grafena. Laporan Tugas Akhir Jurusan Teknik Material dan Metalurgi. FTI Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN A

Hasil Karakterisasi XRD RGO-Al(OH)₃



Match! Phase Analysis Report

Institute of Technology Sepuluh November (ITS),
Department of Physics

Sample: Haikal 2 banding 1

Sample Data

File name	Haikal 2 banding 1.rd
File path	F:\Kuliah>About Final Project\Hasil XRD\Anas Haikal\Haikal 2 banding 1
Data collected	May 4, 2017 09:23:35
Data range	5.000° - 100.004°
Number of points	5686
Step size	0.017
Alpha2 subtracted	No
Background subtr.	No
Data smoothed	No
Radiation	X-rays
Wavelength	1.541874 Å

Matched Phases

IndexAmountName

(%)	
A	69.9 Aluminium oxide - δ -kappa
B	18.9 Aluminium oxide hydroxide Diaspore
C	8.1 Carbon Graphite 2H
D	3.1 Dicyclohexylbis(naphthalen-1-ylmethyl)phosphonium chloride chlo

LAMPIRAN-B

Hasil Uji *CHONS DAN XRF*

A. Karakterisasi CHONS



**LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**KAMPUS ITS SUKOLOLO SURABAYA
TELEPON (031)5948886 FAX. (031)5928387**

DATA ANALISA CUPLIKAN

Pengirim : Sdr. Gilang
Dikirim Tanggal : 05 Januari 2017
Sample : Arang

Parameter	Satuan	Hasil Analisa	Metoda Analisis
Analisa Ultimat			
Karbon C (db)	% C	81,780	ASTM D 5373-2002
Nitrogen N (db)	% N	0,532	ASTM D 5373-2002
Hidrogen H (db)	% H	3,820	ASTM D 5373-2002
Oksigen O (db)	% O	9,026	Balance
Sulfur S (db)	% S	0,012	ASTM D 3177-2002

Surabaya, 16 Januari 2017
Kepala Laboratorium Kualitas Lingkungan
Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS

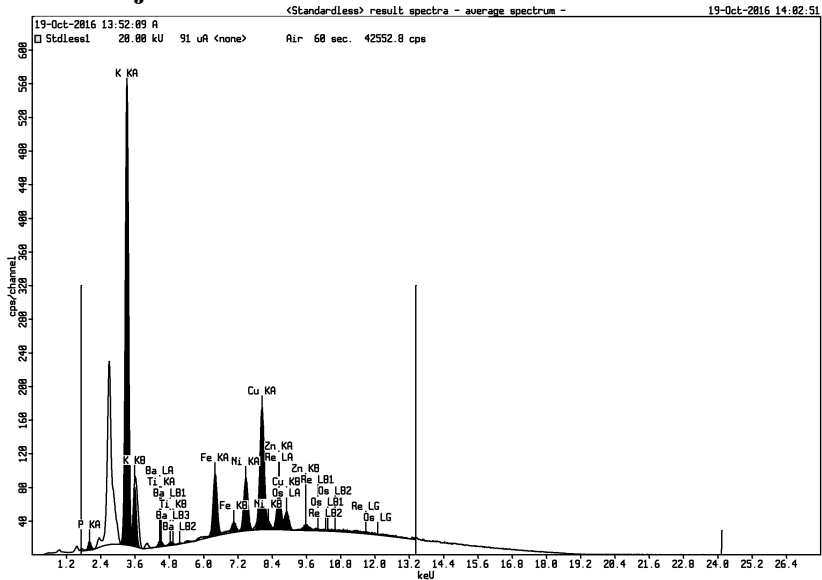
[Signature]

Prof. Dr. Ir. Nieke Kamaningroem, MSc
NIP. 195501281985032001

Catatan :

- Laporan ini dibuat untuk cuplikan yang diterima laboratorium kami
- db = dry basis

B. Hasil Uji XRF



19-Oct-2016 14:02:14

Sample results - Averages

Page 1

Sample ident	
A	

Application	<Standardless>
Sequence	Average of 3
Measurement period - start	19-Oct-2016 13:26:15
Measurement period - end	19-Oct-2016 13:52:09
Position	1

Compound	P	K	Ti	Fe	Ni	Cu	Zn
Conc	2.1 +/- 0.01	70.6 +/- 0.5	0.3 +/- 0.06	5.10 +/- 0.05	3.68 +/- 0.44	10.5 +/- 0.06	3.0 +/- 0.03
Unit	%	%	%	%	%	%	%

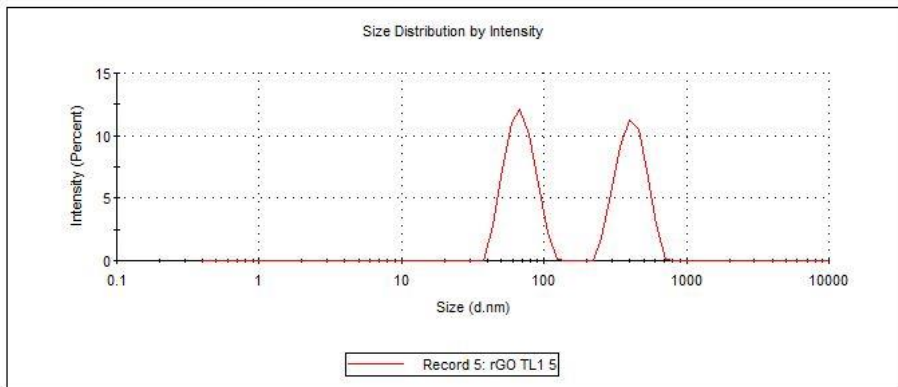
Compound	Ba	Re	Os
Conc	2.9 +/- 0.2	1 +/- 0.3	0.5 +/- 0.1
Unit	%	%	%

LAMPIRAN-C

Hasil Uji PSA

	Size (d.nm):	% Intensity:	St Dev (d.nm):
Z-Average (d.nm): 180.6	Peak 1: 69.00	51.8	15.72
Pdl: 0.765	Peak 2: 416.7	48.2	92.65
Intercept: 1.05	Peak 3: 0.000	0.0	0.000

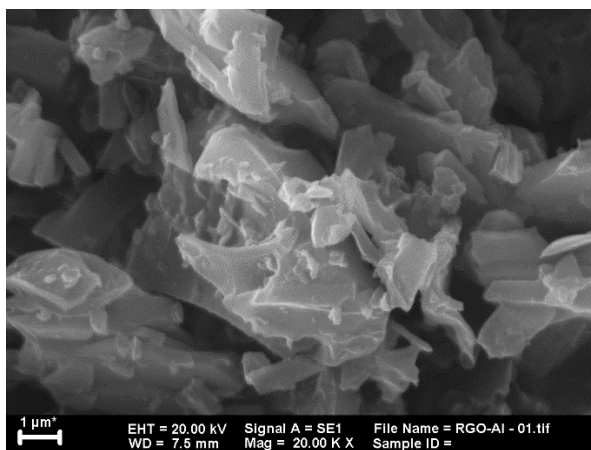
Result quality : Refer to quality report



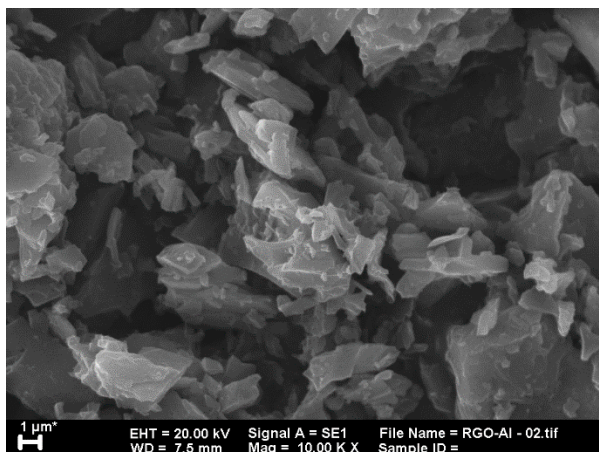
LAMPIRAN-D

Hasil Uji SEM-EDX

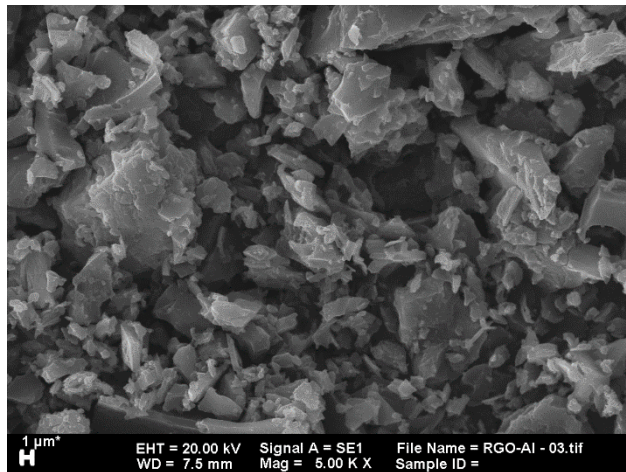
A. Hasil Uji SEM



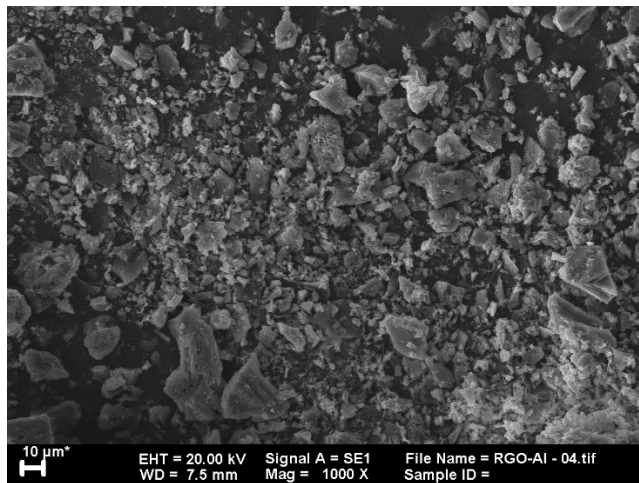
Perbesaran 20.000x



Perbesaran 10.000x

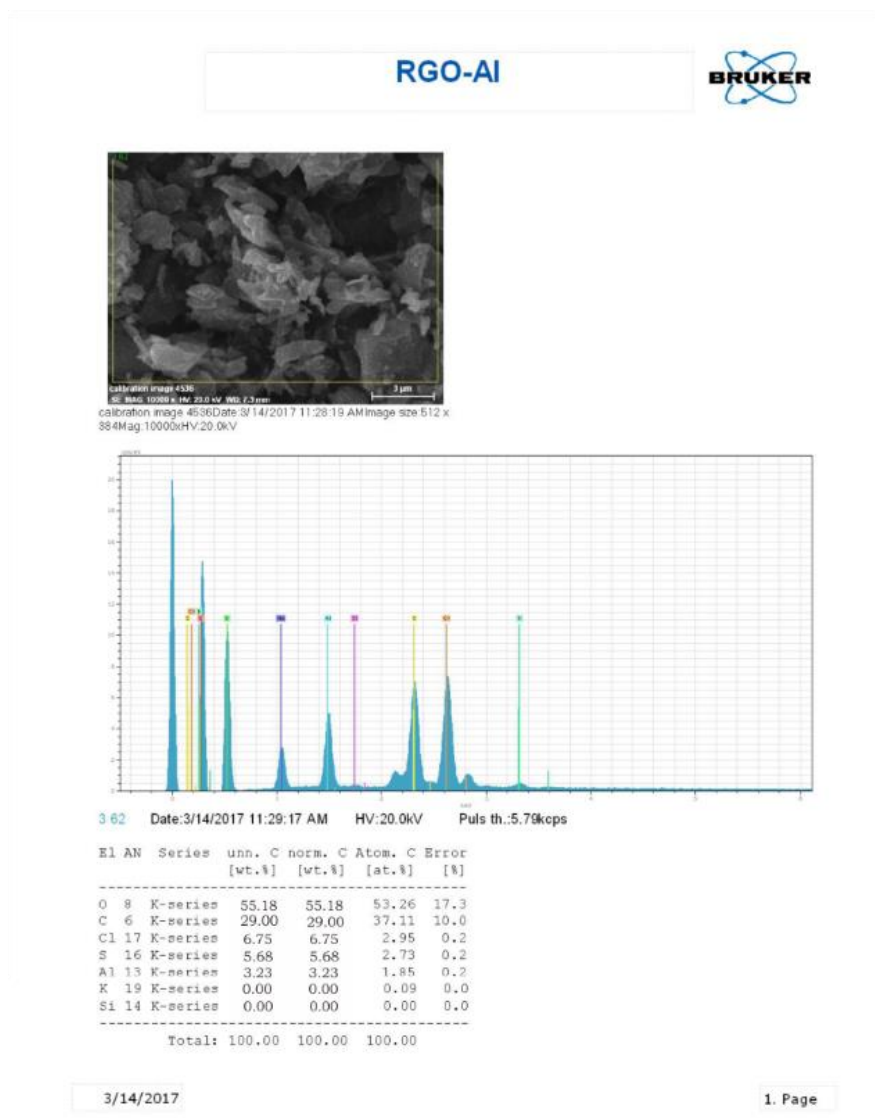


Perbesaran 5.000x



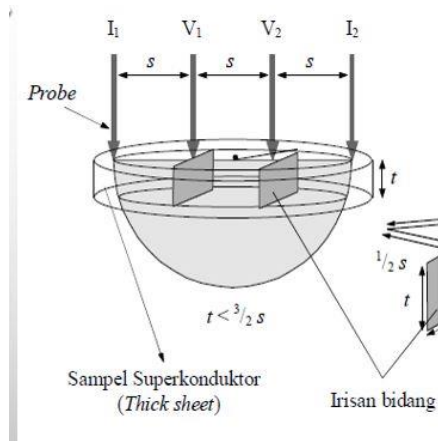
Perbesaran 1.000x

B. Hasil Uji EDX



LAMPIRAN E

Perhitungan Konduktivitas Listrik Metode Four Point Probe



Resistivitas $(\rho) = \frac{V \times A}{I \times L}$

Konduktivitas $\sigma = \frac{1}{\rho}$

Keterangan :

V = Tegangan yang terukur

A = Luas Permukaan Sampel

I = Arus yang terukur

L = Jarak Antar Probe

1. Sampel perbandingan 2:1 perlakuan suhu Kamar

$$(\rho) = \frac{V \times A}{I \times L}$$

$$(\rho) = \frac{1,82 \text{ volt} \times 0,157 \text{ cm}}{0,079 \times 0,25} = 14,467 \text{ Ohm.cm}$$

$$\sigma = \frac{1}{\rho}$$

$$\sigma = \frac{1}{14,46} = 0,0691 \text{ S/cm}$$

2. Sampel perbandingan 2:1 perlakuan suhu 400°C

$$(\rho) = \frac{V \times A}{I \times L}$$

$$(\rho) = \frac{2,1 \text{ volt} \times 0,157 \text{ cm}}{0,04 \times 0,25} = 32,97 \text{ Ohm.cm}$$

$$\sigma = \frac{1}{\rho}$$

$$\sigma = \frac{1}{32,97} = 0,0303 \text{ S/cm}$$

3. Sampel perbandingan 4:1 perlakuan suhu Kamar

$$(\rho) = \frac{V \times A}{I \times L}$$

$$(\rho) = \frac{1,35 \text{ volt} \times 0,157 \text{ cm}}{0,086 \times 0,25} = 9,858 \text{ Ohm.cm}$$

$$\sigma = \frac{1}{\rho}$$

$$\sigma = \frac{1}{9,858} = 0,1014 \text{ S/cm}$$

4. Sampel perbandingan 2:1 perlakuan suhu 400°C

$$(\rho) = \frac{V \times A}{I \times L}$$

$$(\rho) = \frac{1,1 \text{ volt} \times 0,157 \text{ cm}}{0,09 \times 0,25} = 7,675 \text{ Ohm.cm}$$

$$\sigma = \frac{1}{\rho}$$

$$\sigma = \frac{1}{7,675} = 0,1302 \text{ S/cm}$$

BIODATA PENULIS



Penulis lahir dengan nama A. Anas Haikal di Kediri pada 2 Desember 1994. Penulis merupakan anak pertama sekaligus anak terakhir dari Alm. Bapak Imam Bukori dan Ibu Siti Aisah. Mulai SD hingga SMA penulis menyelesaikan pendidikan di kota kelahiran. Setelah menempuh pendidikan sekolah menengah atas di SMAN 1 Kediri, penulis melanjutkan ke Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya jurusan Fisika FMIPA angkatan 2013. Di jurusan Fisika, penulis menggeluti bidang minat Fisika Material. Selama kuliah penulis aktif berorganisasi maupun komunitas intra maupun ekstra kampus. Diantaranya Himpunan Mahasiswa Fisika ITS, JMMI ITS, Fosif ITS dan Komunitas Jurnalistik. Selain aktif di organisasi, penulis juga sempat menjadi kontributor website masjid Manarul Ilmi ITS. Selain itu, penulis juga aktif sebagai asisten dosen Fisika dasar, asisten laboratorium Fisika dasar. Harapan besar penulis adalah karya ini bisa bermanfaat bagi orang lain dan diri sendiri sebagai sarana pengembangan potensi diri, serta mampu menjadi pribadi yang lebih beruntung yang berlandaskan ajaran Allah SWT. Kritik dan saran dapat dikirim melalui email: anashaikal9@gmail.com